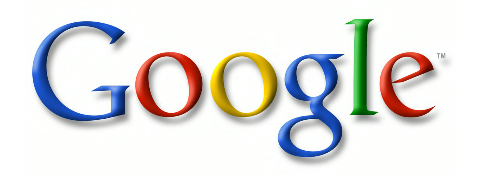




DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

VIERUNDVIERZIGSTER BAND.



WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1882.

INHALT.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern.

Erste Abtheilung.

Abhandlungen von Mitgliedern der Akademie.

Mit 17 Tafeln.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DER FLUSSFISCHE SÜDA[illegible]

III.

VON

D^R. FRANZ STEINDACHNER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 5 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASE AM 5. MAI 1881.

Piratinga goliath sp. (Heck.) Kner.

Von dieser in den Museen Europa's überaus seltenen Art, welche Prof. Kner nach trockenen Exemplaren aus Natterer's Sammlung zuerst beschrieb, besitzt das Wiener Museum gegenwärtig ein vortrefflich erhaltenes Exemplar von $58^1/_2$ cm Länge (mit Einschluss der Caudale) aus dem Amazonenstrome bei Pará.

Durch die spatelähnliche Form der stark deprimirten Schnauze zeigt *Piratinga goliath* eine oberflächliche Ähnlichkeit mit den *Ageneiosus*-Arten. Die obere Kopflinie erhebt sich mässig bis zur Spitze des Hinterhauptfortsatzes und ist sehr schwach concav.

Die Kopflänge bis zur Spitze des Hinterhauptfortsatzes ist etwas mehr als $3^1/_3$ mal, bis zum Deckelrande gemessen aber ein wenig mehr als $3^3/_4$ mal, die grösste Rumpfhöhe unter den ersten Dorsalstrahlen etwas weniger als 6mal in der Körperlänge, die Schnauzenlänge genau 2mal, die Stirnbreite $4^1/_2$ mal, der längere Durchmesser des kleinen, nicht überhäuteten Auges $16^3/_5$ mal, die grösste Kopfhöhe an der Spitze des Hinterhauptfortsatzes circa 2mal, die grösste Kopfbreite in der Deckelgegend etwas mehr als $1^1/_2$ mal in der Kopflänge (bis zum hinteren Deckelrande) enthalten. Die geringste Rumpfhöhe am Schwanzstiel übertrifft $^1/_3$ der grössten Leibeshöhe.

Die Mundspalte ist von bedeutendem Umfange, halb elliptisch, zwischen den Mundwinkeln breiter als lang und an Breite nahezu der Schnauzenlänge gleich. Nur gegen das vordere Ende der Mundspalte überragt der Rand des Zwischenkiefers den des Unterkiefers. Beide Kiefer tragen eine Binde spitzer Hakenzähne von ziemlich bedeutender Länge und Stärke, die Zähne der inneren Reihen sind niedergedrückt und beweglich. Bedeutend kleiner sind die zahllosen Zähne am Vomer und Gaumen. Die Gruppe der Vomerzähne ist halb elliptisch und von der der Gaumenbeine theilweise durch einen Ausschnitt getrennt. Die äusseren Zähne am Vomer sind ein wenig länger als die übrigen. An dem zarten, stabförmigen Oberkiefer von ziemlicher Länge

sitzt ein langer, dünner Bartfaden, dessen zurückgelegte Spitze nicht ganz bis zum Ende des ersten Längendrittels der Pectorale reicht.

Die Unterkieferbarteln liegen in einiger Entfernung hinter einander und die vorderen sind ein wenig weiter nach innen gerückt, als die hinteren Barteln. Die Spitze der langen, hinteren Unterkieferbarteln fällt ein wenig vor die der Maxillarbarteln, somit noch ziemlich bedeutend hinter die Basis der Pectoralen; die viel kürzeren vorderen Unterkieferbarteln erreichen nur $^1/_3$ der Schnauzenlänge. Prof. Kner's Angaben bezüglich der Länge dieser Barteln sind gewiss irrig und erklären sich aus dem getrockneten Zustande der typischen Exemplare.

Die lange Stirnfontanelle endigt an der Basis des mittleren Hinterhauptknochens und reicht nach vorne nicht ganz bis zur Längenmitte der Schnauze.

Die vorderen Narinen münden in eine äusserst kleine, niedrige Röhre, die Mündung der hinteren Narinen ist spaltförmig.

Die Spitze des langen, schlank dreieckigen Occipitalfortsatzes fällt weit vor das vordere Ende des Basalknochens der Dorsale, und der Fortsatz selbst ist c. $1^1/_2$ mal länger als breit.

Die auffallend langen, zarten, stabförmigen Knochen des Augenringes ziehen sich nach vorne bis in die Nähe der Basis der Oberkiefer hin.

Die ganze Oberseite des Kopfes ist überhäutet; am dünnsten und fast anliegend ist die Kopfhaut in der Occipitalgegend. Das sogenannte Hautvenennetz ist an den Seiten des Kopfes von der Oberkiefergegend bis zum hinteren Deckelrande gleich stark entwickelt.

R. br. 12. D. 1/6. P. 1/8. V. 6. A. 15 (mit Einschluss der vorderen kurzen Strahlen).

Der Beginn der Dorsale fällt etwas näher zur Basis der Fettflosse als zum vorderen Kopfende. Der obere, nach hinten und unten geneigte Flossenrand beschreibt einen mässig convexen Bogen; der Stachel ist von mässiger Stärke, im oberen Theile biegsam, der Höhe nach gestreift und am Rande nicht gezähnt. Die grösste Höhe der Dorsale am Stachel erreicht $^2/_3$ der Kopflänge (bis zum hinteren Deckelrande), die Basis der Rückenflosse ist eben so lang wie die der Anale und c. $2^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Fettflosse beginnt in verticaler Richtung vor der Anale und ihre Basis ist länger als die der strahligen Dorsale. Der Abstand der Fettflosse von dem letzten Dorsalstrahle gleicht $^4/_5$ der Kopflänge.

Der Pectoralstachel ist etwas schlanker als der Stachel der Dorsale, wie dieser der Länge nach gestreift, doch am inneren Rande gegen die Spitze zu mässig stark gezähnt; die Länge des Stachels übertrifft die Hälfte einer Kopflänge. Der Abstand der Spitze des Pectoralstachels von der Insertionsstelle der Ventralen ist nicht bedeutend geringer als die Länge der Pectorale.

Die Ventrale ist wenig länger als die Pectorale und c. $1^2/_3$ mal, der höchste, 5. Analstrahl etwas mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten. Der untere hintere Rand der Anale ist schwach concav. Mit Einschluss der vorderen kurzen Stützstrahlen enthält die Anale 15 Strahlen, während Kner deren nur 11—12 zählte.

Die Caudale zeichnet sich durch ihre starke Längenentwicklung aus und ist am hinteren Rande tief eingebuchtet. Beide Caudallappen sind säbelförmig gebogen, der obere längere Lappen zeigt einen fadenförmig verlängerten Randstrahl und übertrifft an Länge den Kopf fast um die Hälfte der Schnauzenlänge.

Die obere Körperhälfte ist silbergrau mit gelblichgrünem Metallglanz, die Unterseite des Körpers rein silbergrau. Die Caudale, Anale, die Fettflosse und die hintere Hälfte der strahligen Dorsale sind schmutzig kupferfarben.

Piramutana piramuta Kner sp.

Diese Art, welche Kner gleichfalls nur nach trockenen Exemplaren beschrieb, lässt sich generisch von *Paratinga (goliath)* bezüglich der bedeutenden Länge und bandförmigen Gestalt der Maxillarbarteln und der hechelförmigen Gestalt der Kieferzähne trennen; in der Gruppirung der Zähne an der Kiefer- und auf der Gaumenfläche, in der Entfernung der Narinen stimmt *Piramutana piramuta* mit *Paratinga goliath* überein. Die Stirn- und Hinterhauptbeine sind wohl bei erstgenannter Art deutlich granulirt, doch sind sie wie bei der

letzterwähnten überhäutet und die Hautdecke ist sogar bei *Piram. piramuta* viel derber und dicker als bei *Pirat. goliath.*

Der Kopf ist bei *Piram. piramuta* minder deprimirt und querüber stärker gewölbt, die Mundspalte breiter und minder lang, die Schnauze am Vorrande mehr kreisförmig gebogen und das Auge grösser als bei *Pirat. goliath*, und der ganze Rand des Zwischenkiefers nebst einigen Zahnreihen desselben überragen den Rand des Unterkiefers.

Die Kopflänge bis zur Deckelspitze gemessen ist c. $3^4/_5$ mal, bis zur Occipitalspitze genommen aber nur etwas mehr als $3^1/_4$ mal, die grösste Rumpfhöhe $5^1/_4$—$5^1/_5$ mal in der Körperlänge, die Länge der Schnauze unbedeutend mehr als 2 mal, die Stirnbreite $3^1/_2$ mal, die Breite der Mundspalte zwischen den Mundwinkeln weniger als 2 mal, die Länge der Mundspalte $3^3/_4$ mal, die grösste Kopfbreite c. $1^2/_5$ mal, die Kopfhöhe unter der Spitze des Occipitalfortsatzes c. $1^3/_5$ mal, der längere Durchmesser des ovalen Auges $12^1/_3$ mal in der Kopflänge (bis zur Deckelspitze) enthalten.

Die starken Maxillarbarteln, die am Innenrande mit einem schmalen Hautsaume besetzt sind, reichen bis zur Längenmitte der Ventralen zurück, die hinteren Unterkieferbarteln fast bis zur Längenmitte der Pectoralen, während die Spitze der zurückgelegten vorderen Unterkieferbarteln ein wenig vor die Basis der Pectoralen fällt.

Die Kiefer-, Vomer- und Gaumenzähne sind auffallend kleiner und zahlreicher als bei *Pirat. goliath*, hechelförmig und bilden am Zwischen- und Unterkiefer eine breitere Binde als bei letztgenannter Art. Die Zahnbinde am Vomer verschmälert sich nach vorne gegen die Knochenmitte und ist nur durch einen linienförmigen Einschnitt von der eben so breiten Zahnbinde der Gaumenbeine getrennt.

Der Occipitalfortsatz ist ziemlich lang, 2 mal so lang wie an der Basis breit, etwas stärker als bei *Pirat. goliath*, und reicht fast ganz bis zum vorderen zugespitzten Ende des Basalknochens der Dorsale. Das hintere Endstück des Occipitalfortsatzes ist von einer dicken Haut umhüllt, während der ganze übrige Theil wie die Knochen des Hinterhauptes und der Stirne dünn überhäutet und deutlich granulirt sind. Die lange Stirnfontanelle reicht nach hinten nicht ganz bis zur Basis des Occipitalfortsatzes und nach vorne bis zur Längenmitte der Schnauze.

Der Beginn der Dorsale fällt bedeutend näher zur Fettflosse als zum vorderen Kopfende. Der Dorsalstachel ist nicht sehr kräftig, nach oben fadenförmig verlängert und am vorderen Rande des steifen Theiles sehr schwach, stumpf gezähnt. Die Höhe des Stachels mit Einschluss seines häutigen Endstückes gleicht der Kopflänge, die Basis der Dorsale der Hälfte der letzteren und der Abstand des letzten Dorsalstrahles von dem Beginne der Fettflosse fast nur einer Schnauzenlänge. Der obere Rand der gegliederten und gespaltenen Strahlen der Dorsale ist ziemlich stark nach hinten und unten geneigt und fast geradlinig.

Die Fettflosse liegt mit ihrer ganzen vorderen Längenhälfte in verticaler Richtung vor dem Beginne der Anale und ihre Länge gleicht c. $^5/_6$ der Kopflänge. Die grösste Höhe der Fettflosse ist etwas mehr als 5 mal in der Kopflänge begriffen.

Der Pectoralstachel ist mindestens doppelt so breit wie der Stachel der Dorsale, deprimirt, schwach säbelförmig gebogen, sehr schwach und stumpf am äussern, viel deutlicher und spitzer am Innenrande gezähnt und seine Spitze fällt nur um eine Augenlänge vor die Insertionsstelle der Ventralen. Die Länge der Pectorale steht der des Kopfes circa um 2 Augendurchmesser nach.

Der Humeralfortsatz über der Pectorale ist dreieckig nach hinten vorgezogen, nicht bedeutend länger als hoch und nur im unteren Theile ziemlich grob gestreift und granulirt, in der oberen Hälfte dick und glatt überhäutet; seine hintere Spitze fällt über das Ende des ersten Längendrittels der Pectorale.

Die Ventrale ist nur so lang wie die Schnauze mit Einschluss des Auges und der innerste Strahl derselben durch seine Breite und starke Theilung ausgezeichnet (wie bei *Pirat. goliath*).

Die grösste Höhe der Anale am fünften Strahle gleicht der Länge der Ventralen und ist nicht ganz $1^1/_2$ mal bedeutender als die Basislänge der Anale. Der hintere freie Rand der Analstrahlen ist schwach concav und fast vertical gestellt.

Die Caudale ist am hinteren Rande sehr tief dreieckig eingebuchtet; die Caudallappen sind lang, schlank und nach hinten stark zugespitzt. Der wahrscheinlich längere obere Caudallappen erreicht eine Kopflänge.

Sämmtliche Flossen sind rothgelb, die Rückenseite des ganzen Körpers schmutzig-bräunlichgrau (am Weingeistexemplare), die Bauchseite weisslich.

Totallänge des beschriebenen, in Weingeist aufbewahrten Exemplares aus dem Amazonenstrome bei Pará: 59 Centimeter (mit Einschluss der Caudale).

Trachelyopterus taeniatus Kner.

Das Wiener Museum besitzt gegenwärtig nebst dem typischen Exemplare aus dem Rio Guaporé noch ein zweites Exemplar von nahezu 20^{cm} Länge aus dem Amazonenstrome von Teffé (Coll. Wessel), welches durch die auffallend starke, abnorme Entwicklung der Caudale bemerkenswerth ist. Letztere Flosse dehnt sich wahrscheinlich in Folge einer Beschädigung am letzten Schwanzwirbel auch über die Unterseite des Schwanzstieles aus und vereinigt sich daselbst fast ganz vollständig mit der langen Anale, indem nur eine ganz kleine lochförmige Öffnung an der Basis des letzten Analstrahles beide Flossen von einander trennt.

Es sind gleichsam 2 Caudalen entwickelt, die vollständig mit einander zusammenfliessen; die obere zeigt die normale Lage und Grösse, die untere, abnorme, schiebt sich zwischen die obere Caudale und die Anale ein, und enthält ebenso lange Strahlen wie die eigentliche Caudale und unterscheidet schon hiedurch von der Anale, deren Strahlen bei weitem kürzer sind.

Trachelyopterus taeniatus ist bisher von dem Rio Guaporé, Amazonenstrom bei Teffé und aus dem See Hyanuary bekannt.

Centromochlus intermedius Steind.

Von dieser Art, welche ich in dem dritten Theile meiner Abhandlung über die Süsswasserfische des südöstlichen Brasiliens (Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1. Abth., Bd. LXXIV, Nov.-Heft, Jahrg. 1876, p. 106—107 d. Separatabdr., Note) nach zwei Individuen von Marabitanos und Pará beschrieb, fand ich nachträglich noch fünf Exemplare (sämmtlich Weibchen) aus dem Hyutahy und von Jatuarana vor. Die Seiten des Rumpfes sind bei drei derselben intensiv kupferfarben und gleich der Caudale (zuweilen auch der Anale) mit silbergrauen, in der Regel stark in die Länge gezogenen Flecken, welche in regelmässigen Längsreihen geordnet liegen, mehr oder minder dicht besetzt. Die Stirnfontanelle ist oval, das sattelförmige Knochenschild vor der Dorsale reicht mit den Seitenfortsätzen nicht über die Basis des Dorsalstachels oder des ersten Gliederstrahles derselben Flosse zurück.

Eine ganz ähnliche Zeichnung zeigt *Centr. Steindachneri* Gill, doch ist bei dieser Art nach Gill's Beschreibung das Auge kleiner (= $^1/_4$ der Kopflänge), das Nackenschild stärker entwickelt, als bei *Centr. intermedius* und die Anale enthält nur 7 Strahlen (9 bei *Centr. intermedius* Steind.); wegen der beiden letzterwähnten Unterschiede wage ich es nicht, *Centr. intermedius* als synonym mit *Centr. Steindachneri* Gill. zu erklären.

Loricaria Spixii n. sp.

D. 1/7. A. 1/5. V. 1/5. P. 1/6. L. lat. 31—32.

Bezüglich der schwachen Entwicklung der Kiefer, in der geringen Anzahl und Grösse der Kieferzähne, die im Zwischenkiefer zuweilen gänzlich fehlen, sowie in der Schilderzahl längs der Seitenlinie nähert sich diese Art unter den bisher bekannten Arten desselben Geschlechtes am meisten der *Loricaria nudirostris* Kn., doch ist der Kopf querüber ziemlich gewölbt, nach hinten zu breiter und zugleich nach vorne stark zugespitzt.

Die Länge des Kopfes bis zum hinteren, spitz vorgezogenen Ende des mittleren Hinterhauptschildes ist $4^2/_3$ — unbedeutend mehr als 4mal (bei Exemplaren von 39^{cm} Länge mit Ausschluss der Caudale) in der Körperlänge, die Schnauzenlänge 2mal, die grösste Kopfbreite $1^1/_2$—$1^2/_5$mal, der Durchmesser des Auges mit Ausschluss des ziemlich bedeutenden Ausschnittes am hinteren Orbitalrande $6^2/_5$—$9^2/_5$mal, mit dem Aus-

schnitte aber $4^3/_4 - 5^1/_3$ mal, die Stirnbreite mehr als $4^3/_4 - 4^2/_5$ mal, die grösste Kopfhöhe c. $2^3/_4 - 2^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die oberen Augenränder sind ein wenig aufgeworfen.

Das schwach entwickelte obere Mundsegel ist in der Mitte unterbrochen, am Seitenrande gefranst. Die Eckbarteln erreichen circa eine Augenlänge. Das hintere Segel ist stets stark entwickelt, insbesondere aber bei Männchen zur Brutzeit von auffallender Länge, und dient bei letzteren zum Schutze der Eier, die zwischen dem hinteren Mundsegel und der Unterseite des Kopfes zur Entwicklung gelangen.

Wie bei *Loricaria nudirostris* bildet das hintere Mundsegel im mittleren Theile zwei dicke Fettpolster, und ist dicht mit kleinen Papillen besetzt, während der Randtheil desselben glatt und dünnhäutig ist.

Die ganze Oberseite des Kopfes erscheint wie fein und regelmässig ciselirt und ist mit äusserst kurzen, zahlreichen Dörnchen besetzt. Die zart gezähnten Kiele an den Nackenschildern und auf der zunächst nach unten folgenden Schilderreihe bis zum Beginne der Dorsale verlieren sich mit dem Alter fast spurlos; auch die beiden seitlichen Längsleisten am Rumpfe treten bei älteren Individuen merklich schwächer hervor, als bei jüngeren, und vereinigen sich ohne Unterschied des Alters am 21. oder 22. Schilde der Seitenlinie zu einer scheinbar einfachen Seitenkante.

Die Pectorale ist ein wenig kürzer als die Ventrale, die horizontal zurückgelegte Spitze der ersteren reicht genau bis zur Insertionsstelle der letzteren, oder überragt sie noch ein wenig. Die Länge der Pectorale ist c. $1^2/_5 - 1^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der Beginn der Dorsale ist bei jungen wie bei alten Exemplaren nicht selten 2mal so weit von der Caudale wie von der Schnauzenspitze entfernt, oder es ist der Abstand derselben von der Schwanzflosse ein wenig geringer. Der erste, längste Dorsalstrahl erreicht an Höhe nahezu eine Kopflänge, und ist länger als der entsprechende Analstrahl.

Die Unterseite des Kopfes ist, mit Ausnahme eines schmalen, mit Rauhigkeiten besetzten Randstreifens, der nur in der Deckelgegend ein wenig an Breite zunimmt, glatt überhäutet.

Die Brust- und Bauchschilder stimmen in Anordnung und Zahl der Reihen mit jenen von *L. nudirostris* überein. Die vorderste Reihe der Brustschilder zerfällt bei den einzelnen Individuen in eine bald grössere, bald kleinere Anzahl polygonaler Schilder; auf diese folgen anfänglich in der Regel 4, weiter zurück, durch die Vereinigung der Schilder der beiden medianen Reihen, in der Regel nur 3 Schildreihen. Die schienenförmigen Schilder der Aussenreihe sind sehr breit, längs der Mitte stumpf gekielt, und decken mit ihrer äusseren Hälfte den aufsteigenden Theil der Bauchfläche; das hinterste Schild dieser Reihe zeigt am hinteren Rande einen tiefen Einschnitt, in welchen die äusseren Ventralstrahlen zu liegen kommen. Zwischen dem inneren Rande der Ventralstrahlen und der Analgrube liegen wie bei allen Loricarien drei ziemlich grosse Schilder, die zusammen ein Dreieck bilden; die beiden vorderen derselben sind oval, das hinterste nahezu herzförmig.

Zwischen dem hinteren basalen Ende der Dorsale and dem Beginne der oberen Stützstrahlen der Caudale decken 21 Schilder die Rückseite des Rumpfes und 19 die untere Körperseite zwischen der Anale und Caudale. 31—32 Schilder liegen längs der Seitenlinie.

Der obere und untere Randstrahl der Caudale ist leider bei keinem der zahlreichen Exemplare, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, vollständig erhalten; der obere Randstrahl war zweifellos fadenförmig verlängert, wie aus der Stärke und Länge der noch vorhandenen Reste deutlich zu entnehmen ist.

Ein Porus lateralis fehlt.

Röthlichbraun oder grauviolett, mit hellerem, meist gelblichem Hinterrande der Rumpfschilder. Bauchseite des Körpers hell gelblichbraun mit noch hellerem Saume am hinteren Rande der Schilder.

Flossenhaut der Dorsale zunächst und längs dem Vorderrande jedes Strahles grauschwarz. Strahlen der Dorsale und der Caudale undeutlich gefleckt. Einfacher Strahl der Pectoralen, Ventralen und der Anale goldbraun. Pectorale und Ventrale gegen den hinteren Rand der übrigen gespaltenen Strahlen zu wässerig-grauschwarz.

Länge der untersuchten Exemplare: 16—30^{cm}.

Fundorte: Rio Parahyba, Santa Cruz am Rio Quenda, Rio Muriahé, São Matheos, Sambaia, Rio grande do Sul.

Loricaria lima Kner.

Sehr häufig im Rio Parahyba bei Juiz de Fora, Campos und Mendez, im Rio dos Macacos, Rio Preto, Rio Quenda, Rio das Velhas, erreicht aber nur eine geringe Grösse (bis zu 19^{cm} ohne die fadenförmige Verlängerung des oberen Randstrahles der Caudale).

Bei Männchen wie Weibchen ist die Kopflänge $4^2/_5$—$4^3/_5$ mal, die Kopfbreite bei Männchen $1^2/_5$—$1^1/_3$ mal, bei Weibchen etwas mehr als $1^1/_2$ mal, die Schnauzenlänge bei Männchen stets etwas mehr, bei Weibchen merklich weniger als 2mal, die Kopfbreite bei Männchen $1^2/_5$—$1^1/_3$ mal, bei Weibchen etwas mehr als $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Bei den Weibchen ist die Kopfform im Allgemeinen jener von *L. nudirostris* ähnlich, bei den Männchen erscheint sie in Folge des dichten Borstenbesatzes des seitlichen Kopfrandes viel gedrungener und breiter, und die Schnauze insbesondere kürzer, sowie auch minder schlank.

In jeder Unterkieferhälfte liegen c. 8 Zähne, die gegen den innersten Zahn auffallend rasch an Länge zunehmen; etwas minder rasch ist die Längenzunahme der Zwischenkieferzähne.

Bei den Männchen sind, abgesehen von der Borstenentwicklung, sämmtliche Kopfleisten viel stärker ausgeprägt, als bei den Weibchen, und es erscheint daher die Stirne bei ersteren tiefer rinnenförmig eingedrückt, als bei letzteren.

Der Pectoralstachel ist ferner bei den Männchen viel dicker und plumper, und zugleich wie die übrigen Pectoralstrahlen mit längeren Borstenzähnen besetzt, als bei den Weibchen.

Längs des Seitencanales liegen 26—28 Rumpfschilder; die erste oder die beiden ersten Porenmündungen der Seitenlinie am Rumpfe fallen in eine nackte Hautstelle hinter dem Schläfenschilde. Bei Männchen sind die Nackenschilder zuweilen so stark gewölbt, dass die Kiele der letzteren in der allgemeinen Wölbung der Aussenfläche gänzlich verschwinden.

Die Dorsale enthält ausnahmslos 8 Strahlen. Junge Individuen zeigen 6—7 dunkle Querbinden am Kopfe und Rumpfe; bei älteren Exemplaren werden insbesondere die vorderen Körperbinden sehr undeutlich, seltener erlöschen sie spurlos.

Plecostomus auroguttatus Kner.

Die von Prof. Kner beschriebenen typischen getrockneten Exemplare aus Natterer's Sammlung stammen aus dem Rio Parahyba, wie sich aus Natterer's Notizen mit Sicherheit nachweisen lässt. Kürzlich erhielt ich ein viertes Exemplar derselben Art aus der Umgebung von Rio durch Herrn Schneider in Basel. Bei diesem Exemplare durchbohrt die Seitenlinie 27 Schilder des Rumpfes. Die Kopflänge bis zum hinteren Rande des Schläfenschildes ist $3^1/_3$ mal, die grösste Rumpfhöhe mehr als 7mal in der Körperlänge, der Augendiameter $6^3/_5$ mal, die Stirnbreite etwas mehr als $3^1/_3$ mal, die Schnauzenlänge c. $1^3/_4$ mal, die grösste Kopfbreite $1^1/_4$ mal, die Kopfhöhe 2mal in der Kopflänge enthalten.

Die Seiten der Schnauze sind ziemlich stark eingedrückt; eine nackte, runde Hautstelle liegt in der Mitte des vorderen Schnauzenrandes. Die Augenränder sind nur wenig erhöht, daher die Stirne querüber nahezu flach ist. Eine breite, stark abgestumpfte Erhöhung zieht längs der Mitte der oberen Schnauzenfläche von der Schnauzenspitze bis zur Narinengegend. Mundspalte breit, Kieferzähne zahlreich. Bauchfläche grösstentheils nackthäutig.

Die Höhe der Dorsale gleicht der Kopflänge und übertrifft die Basislänge der Flosse c. um $1^1/_2$ Augendiameter. Der Abstand der Dorsale von der Schnauzenspitze ist c. $2^3/_5$ mal in der Körperlänge enthalten. Der Pectoralstachel ist kürzer als der höchste Dorsalstrahl und überragt mit seiner Spitze ein wenig die Basis des Ventralstachels.

Mit Ausnahme einer schwach entwickelten Posthumeralleiste sind sämmtliche Rumpfschilder ungekielt, doch mit kurzen Zähnen in regelmässigen Längsreihen dicht besetzt.

Der ganze Kopf zeigt zahlreiche kleine, braune Flecken, grössere dunkle Flecken bemerkt man nur in der vorderen Rumpfhälfte. Ein goldgelber Fleck liegt auf jedem Schilde der oberen Rumpfhälfte (bis zur Seitenlinie herab) von der Schultergegend bis zum Beginne des Schwanzstieles.

Die dunklen Flecken auf der Dorsale und Caudale sind an dem hier beschriebenen Weingeistexemplare von 22^{cm} Länge stark verschwommen.

Chaetostomus nigrolineatus Pet.

Von dieser durch Körperform und Zeichnung ausgezeichneten Art erhielt das Wiener Museum kürzlich ein grosses, vortrefflich erhaltenes Exemplar aus dem Orinoco bei Ciudad Bolivar; nach der auffallenden Kürze der Interoperkelstacheln zu schliessen, ist es ein Weibchen (von $33^1/_2{}^{cm}$ Länge). Der längste hinterste Stachel des Interoperkels reicht in verticaler Richtung nicht einmal bis zum vorderen Augenrand zurück, und seine Länge gleicht nur $^1/_4$ der Stirnbreite.

Die Kieferzähne sind wie bei *Chaet. cochliodon* sive *gibbosus* Steind. aus dem Cauca und dem *Plec. cochliodon* Kn. nicht zahlreich (jederseits 8) und mit einer breiten löffelförmigen Krone versehen; da auch in der Kopfform diese drei Arten auffallend mit einander übereinstimmen, halte ich die von Heckel vorgeschlagene generische Trennung des *Hypost. cochliodon* Kn. = *Cochliodon hypostomus* Heck. in lit. (*Chaet. cochliodon* sive *gibbosus* Steind. und *Chaet. nigrolineatus* Pet.) von den übrigen *Plecostomus*-Arten für nicht ungerechtfertigt, zumal die Arten der Gattungen *Plecostomus* und *Chaetostomus* höchst wahrscheinlich bezüglich der Bewaffnungsweise des Interoperkels in eine einzige Gattung zu vereinigen sind.

Die Kopflänge des im Wiener Museum befindlichen Weibchens von *Chaetostomus (Cochliodon) nigrolineatus* Pet. ist nur $2^1/_2$mal in der Körperlänge enthalten, wie es auch bei den grossen, im Berliner Museum aufbewahrten Männchen, nach Peters' Abbildung zu schliessen, der Fall ist, und die grösste Kopfhöhe etwas mehr als $1^1/_2$mal in der Kopflänge; dagegen sind statt langer, bürstenförmiger Dornen (einer Eigenthümlichkeit des Männchens, wie ich glaube), nur kurze, doch kräftige, hakenförmige Zähne am Pectoralstachel entwickelt.

Die Schnauzenlänge übertrifft ein wenig $^2/_3$ der Kopflänge. Der hintere knöcherne Augenrand zeigt, wie bei manchen Loricarien, einen ziemlich starken Ausschnitt.

Der über dem Beginne der Anale entspringende, scharf hervortretende und grob gezähnte Kiel auf der untersten Schilderreihe der Rumpfseiten steigt unmittelbar vor den ersten unteren, schild- oder schuppenähnlichen Stützstrahlen der Caudale nach hinten und oben an. Der Pectoralstachel ist unbedeutend länger als der Kopf und reicht mit seiner Spitze nahezu bis zum Beginne der Anale; der Ventralstachel ist circa um einen Augendiameter kürzer als die Schnauze, deren Länge genau der grössten Rumpfhöhe am Beginne der Dorsale gleicht.

Längs der Seitenlinie liegen 26 Schilder (bei den Exemplaren des Berliner Museums nur 25 nach Peters).

Heptapterus Collettii n. sp.

D. 8. A. 20. P. 1/7. V. 6.

Körperform sehr gestreckt, Rumpfhöhe gering, Fettflosse niedrig, ziemlich lang, mit der Caudale nicht vereinigt. Caudale mit 2 ungleich langen zugespitzten Lappen, die unteren Strahlen des oberen Lappens fast 2mal länger als die längsten mittleren des unteren Lappens. Kopf stark deprimirt, hintere Hälfte des Rumpfes stark comprimirt.

Die Länge des Kopfes bis zum äussersten Theile des hinteren Deckelrandes ist unbedeutend mehr als 5- bis nahezu 6mal, die grösste Rumpfhöhe vor der Dorsale nahezu 8—9mal in der Körperlänge, der Augen-

diameter 7—9mal, die Stirnbreite $3^1/_3$—3mal, die Kopfbreite $1^1/_2$—$1^1/_3$mal, die Schnauzenlänge c. $3^2/_5$—$3^1/_2$mal, die grösste Kopfhöhe etwas mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten.

Der vordere, ziemlich breite Schnauzenrand ist schwach gebogen, und die Kiefer reichen gleich weit nach vorne.

Die Kieferzähne sind klein, spitz, sehr zahlreich und bilden eine ziemlich breite Binde im Zwischen- und Unterkiefer.

Die Bartfäden des Oberkiefers reichen bis zur Längenmitte oder selbst bis zur Spitze der Pectoralen zurück, die äusseren Unterkieferbarteln bis zur Basis der Pectoralen, die zarten Nasalbarteln bis hinter das Auge. Die inneren Unterkieferbarteln sind bedeutend kürzer als die äusseren.

Die Kiemenspalten sind sehr lang, mit dem Isthmus nicht verwachsen und reichen an der Unterseite des Kopfes weit nach vorne.

Die Oberseite des Kopfes ist flach und wie die Umgebung des Auges mit Porenmündungen besetzt.

Die Basis des ersten Dorsalstrahles liegt der Insertionsstelle der schlanken Ventralen vertical gegenüber und c. $1^3/_5$—$1^2/_3$mal näher zum vorderen Kopfende als zur Basis der Caudale.

Die Höhe der Dorsale übertrifft nur wenig die Basislänge der Flosse und ist c. $1^2/_5$mal in der Kopflänge enthalten. Der obere Rand der Dorsale ist mässig gerundet, und die Strahlen derselben nehmen bis zum 6. allmälig an Höhe zu. Die äusserst niedrige Fettflosse ist bedeutend länger als der Kopf und ihr Abstand von dem letzten Dorsalstrahle der Kopflänge gleich. Die Länge der Fettflosse scheint sehr variabel zu sein und ist bei einem Exemplare unserer Sammlung 4mal, bei dem anderen $4^1/_3$mal in der Fettflosse enthalten, daher ihr Beginn in verticaler Richtung bald ein wenig vor, bald genau über die Längenmitte der Basis der Analflosse fällt.

Die Pectorale ist ebenso lang wie der hinter dem Auge gelegene Theil des Kopfes, der Pectoralstachel auffallend kräftig, deprimirt und an beiden Rändern mit grossen Hakenzähnen bewaffnet.

Die Ventrale steht an Länge dem Kopfe nur um die Schnauzenlänge mit oder ohne Einschluss des Auges nach, erreicht aber mit der äussersten Spitze ihrer horizontal zurückgelegten Strahlen nicht den Beginn der Anale, welcher eben so weit von der Basis der Caudale wie von dem hinteren seitlichen Kopfende entfernt liegt.

Die Basislänge der Anale ist $3^1/_3$—$3^3/_4$mal in der Köperlänge enthalten. Die Analstrahlen nehmen von dem ersten bis zum drittletzten fast gleichmässig und im Ganzen nur unbedeutend an Höhe zu, der höchste Analstrahl kommt nahezu der Länge der Ventralen gleich.

Der obere Caudallappen wird von c. 25 Strahlen gebildet und sein vorderster Stützstrahl liegt in ganz geringer Entfernung hinter der Fettflosse in ziemlich weiter, directer Entfernung vor der Basis der mittleren Caudalstrahlen. Der längste obere Caudalstrahl, das ist der 4. oder 5. über dem Mittelstrahl der ganzen Flosse ist auffallend stark verlängert und erreicht $^1/_3$ der Körperlänge. Der untere Caudallappen ist minder stark entwickelt als der obere und enthält nur c. 13—14 Strahlen, von denen der längste, c. der 5. oder 6. unter der Mitte der Flosse an Länge dem Kopfe gleicht.

Grundfarbe des Körpers bräunlich.

Totallänge der beiden beschriebenen Exemplare aus den (brackischen?) Gewässern bei Maldonado oder aus dem La Plata?: $7^1/_2$ und $8^3/_4{}^{cm}$.

Von den beiden übrigen bisher bekannten Arten derselben Gattung, *Hept. mustelinus* Val. und *Hept. surinamensis* Blkr. besitzt das Wiener Museum zwei Exemplare ersterer Art, bei welcher die auffallend lange Fettflosse mit der Caudale vereinigt ist.

Mit *Hept. surinamensis* Blkr. stimmt *Hept. Collettii* durch die Trennung der Fettflosse von der Caudale überein, unterscheidet sich aber von der surinamischen Art durch die weiter nach hinten gerückte Lage der Anale, die Stärke des Pectoralstachels, die grössere Länge der Maxillarbarteln etc. Leider ist bei dem typischen Exemplare von *Hept. surinamensis* die Caudale stark beschädigt, dürfte jedoch nach Bleeker's Abbildung zu schliessen viel schwächer der Länge nach entwickelt sein und eine viel geringere Zahl von Stützstrahlen besitzen als *Hept. Collettii* m.

Poecilia unimaculata Val.

Das Vorkommen eines schwarzen Fleckes fast in der Mitte der Rumpfseite ist nicht charakteristisch für diese Art. Fast bei der Hälfte der von mir untersuchten c. 100 Exemplaren fehlt dieser Fleck spurlos. Häufig zeigen sich 4—8 blaugraue Querstreifen oder schmale Querbinden in der hinteren Längenhälfte des Rumpfes. Nur in seltenen Fällen zieht sich bei den Weibchen über die oberen und unteren Randstrahlen der Caudale ein schwärzlichbrauner Saum hin, dagegen fehlt er bei den Männchen nie und ist zugleich breiter und intensiver gefärbt. Die übrigen Caudalstrahlen sind bei Männchen wie Weibchen häufig mit mehr oder minder zahlreichen Querreihen brauner Fleckchen geziert.

Die Dorsale ist bei Männchen viel stärker der Höhe nach entwickelt als bei den Weibchen und endigt nach hinten und oben zugespitzt, während sie bei den Weibchen gerundet ist; nicht selten reicht bei Männchen die hintere Spitze der zurückgelegten Dorsale genau bis zum Beginn der Caudale. Die Dorsale trägt bei Weibchen 1—2 Längsreihen schwarzbrauner Flecken, die untere, schärfer ausgeprägte Fleckenreihe liegt mehr oder minder bedeutend unter der Höhenmitte der Flosse und scheint nie zu fehlen; die obere am oberen Flossenrande gelegene Fleckenreihe ist minder intensiv gefärbt und kleiner als die untere, und kommt zuweilen nicht deutlich zur Entwicklung. Bei den Männchen ist die Dorsale dicht schwärzlichbraun gesprenkelt, oder fast in der ganzen unteren Höhenhälfte intensiv schwarz und am oberen Rande schwärzlich gesäumt. Die Seitenlinie durchbohrt 26—27 Schuppen am Rumpfe. Sämmtliche Schuppen concentrisch gestreift.

Die Dorsale enthält 7—8, sehr selten 9 Strahlen, die Anale bei den Weibchen in der Regel 9 und nur sehr selten 10 Strahlen.

Sehr gemein in den Bächen bei Rio Janeiro, ferner zunächst dem Ufer der Krebsen-Insel in der Meeresbucht von Rio, im unteren Laufe und in den Ausständen des Parahyba. Das Wiener Museum besitzt überdies noch Exemplare aus Surinam und ein Exemplar aus Cayenne (aus der Sammlung des Herrn Prof. Jelski, als *P. surinamensis* eingesendet). Vielleicht ist *P. surinamensis* Val. von *P. unimaculata* Val. der Art nach nicht verschieden.

Cynolebias Bellottii n. sp.

Körpergestalt stark comprimirt, oval. Kopflänge $3\frac{1}{2}$ mal, grösste Rumpfhöhe $2\frac{2}{3}$ mal in der Körperlänge, Augendiameter $3\frac{3}{5}$ mal, Stirnbreite unbedeutend mehr als 2mal in der Kopflänge enthalten. Die geringste Rumpfhöhe am Schwanzstiele erreicht fast nur $\frac{1}{3}$ der grössten Leibeshöhe.

Die breite Stirn ist querüber wenig gebogen, hinter derselben erhebt sich die obere Profillinie des Körpers rascher bis zum Beginne der Dorsale.

Die Mundspalte ist breit, nahezu horizontal gestellt, der Unterkiefer steigt rasch nach vorne an, und das hintere Ende seines oberen freien Randes schiebt sich bei geschlossenem Munde in einen Einschnitt zunächst vor dem Vorderrande des Auges. Eine breite, aber verhältnissmässig kurze Zahnbinde liegt am Unter- und Zwischenkiefer; die Zähne sind spitz und die der Aussenreihe etwas länger als die übrigen, insbesondere am Unterkiefer, an dem die Zähne der Aussenreihe gegen das seitliche Ende zu allmälig an Grösse zunehmen und schwach hakenförmig gebogen sind. In der äusseren Zahnreihe des Zwischenkiefers sind die mittleren Zähne etwas grösser als die seitlichen.

Der Zwischenkiefer ist mit langen Stielen versehen und daher ziemlich stark vorstreckbar. Die beider Hälften des Zwischenkiefers sind mit einander beweglich verbunden, nicht aber die des kräftigen Unterkiefers.

Der Vorderrand der kurzen Schnauze ist fast geradlinig abgestutzt. Die vorderen Narinen münden in ziemlich lange Tuben am vorderen stachelförmigen Ende der Nasalia. Über dem oberen Rande der Augen liegt auf der Stirne jederseits eine rinnenförmige Vertiefung, in der ein Hautast der Kopfcanäle mit Poren ausmündet.

Der Kopf ist mit Ausnahme der Kiefer und der schmalen Schnauze mit ziemlich grossen Schuppen vollständig bedeckt.

Der Beginn der langen Dorsale liegt nur ganz unbedeutend näher zum vorderen Kopfende als zur Basis der mittleren Caudalstrahlen und in verticaler Richtung ein wenig hinter dem Anfange der Anale. Die Dorsalstrahlen nehmen vom ersten bis zum drittletzten nur allmälig an Höhe zu und der freie Rand der Flosse ist an den letzten 4—5 Strahlen oval gerundet. In der Anale nehmen die drei ersten Strahlen sehr rasch, die folgenden bis zum 8. oder 9. Strahle nur wenig an Höhe zu; die grösste Flossenhöhe am 8.—9. Strahle ist kaum geringer als die grösste Höhe der Dorsale am 17. oder 18. Strahle, welche nicht ganz $^2/_3$ der Kopflänge erreicht.

Der untere Rand der Anale beschreibt einen fast gleichförmig gekrümmten Bogen.

Die Pectorale ist stark entwickelt, nach hinten oval gerundet und an Länge c. $1^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten. Das hintere Ende der Pectorale überragt den Beginn der Anale.

Die Ventralen sind in geringer Entfernung vor der Anale eingelenkt und fast nur halb so lang wie die Pectorale. Die Caudale ist am hinteren Rande gerundet und eben so lang wie die Pectorale.

Kopf und Rumpf sind dunkelbraun, die Caudale, Anale, Dorsale und Ventrale bläulichviolett, die Pectorale wässerig bräunlichgrau und am ganzen unteren Rande blauviolett gesäumt. Eine bläulichviolette Binde zieht von der Hinterhauptgegend schräg nach vorne und unten, und wird vom Auge unterbrochen.

Totallänge des beschriebenen Exemplares, welches aus dem La Plata stammt und im Tausch von dem Museum zu Mailand (durch Dr. Bellotti) erworben wurde, 6^{cm}.

V. 5. D. 23. A. 28—29. L. l. 30. L. tr. c. 14 (zwischen dem Beginne der D. und der A.).

Cynolebias maculatus n. sp.

In der allgemeinen Körperform steht diese Art der früher beschriebenen sehr nahe, unterscheidet sich aber auffallend durch die viel geringere Längenentwicklung der Dorsale und der Anale, ganz abgesehen von der Zeichnung des Rumpfes.

Die grösste Rumpfhöhe fällt genau in die Mitte der Körperlänge über die Insertionsstelle der Ventralen, und ist etwas weniger als $2^1/_3$ mal oder etwas mehr als $2^2/_5$ mal, die Kopflänge c. $3^2/_5$ mal in der Körperlänge, der Augendiameter etwas weniger als 4mal, die Stirnbreite 2mal, die grösste Kopfbreite $1^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Form der Mundspalte, Kieferbezahnung, vordere Narinenmündung, Kopfbeschuppung wie bei der früher beschriebenen Art.

Der Beginn der Dorsale ist eben so weit von der Basis der Caudale wie von dem hinteren Rande des Vordeckels entfernt, und fällt in verticaler Richtung ein wenig vor den Beginn der Anale.

Die Dorsale enthält nur 17, die stärker entwickelte Anale 22 Strahlen. Die Dorsalstrahlen nehmen bis zum 13. an Höhe zu, und erreichen an diesem fast $^3/_5$ der Kopflänge. Der höchste 14. Analstrahl gleicht nur $^4/_5$ der Kopflänge. Die lange Pectorale ist um eine Schnauzenlänge kürzer als der Kopf, und die Spitze derselben fällt unbedeutend vor den Beginn der Anale.

Die Ventralen sind bei dem mir zur Beschreibung vorliegenden Exemplare vollständig nach Art der Gobien vereinigt, circa halb so lang wie der Kopf und genau in der Mitte der Körperlänge eingelenkt; ihre zurückgelegte Spitze reicht über den Beginn der Anale zurück. Die Gesammtzahl der Ventralstrahlen beträgt 9.

29—30 Schuppen liegen zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der mittleren Caudalstrahlen in einer Längsreihe und c. 14 zwischen dem Beginne der Dorsale und der Anale. Sämmtliche Körperschuppen sind ganzrandig und dicht mit concentrischen Ringen besetzt, wie bei *C. Bellottii*.

Ein bläulichvioletter Streif zieht vom unteren Augenrande ein wenig schräg nach hinten und unten. Kopf und Rumpf sind hell gelbbraun, am Rumpfe liegen grauviolette, meist schmale Flecken in ziemlich regelmässigen Längsreihen. Kleinere, aber intensiver gefärbte Fleckchen oder Striche zieren die Dorsale und Anale.

Totallänge des beschriebenen Exemplares aus dem La Plata (durch Dr. Bellotti) etwas mehr als 6^{cm}.

D. 17. A. 22. P. 13. L. lat. 29—30. L. tr. c. 14 (zwischen dem Beginne der D. und der A.).

Cynolebias elongatus n. sp.

In der Lage und Ausdehnung der Rücken- und Afterflosse stimmt *C. elongatus* mit *C. maculatus* im Wesentlichen überein, unterscheidet sich aber von letzterem wie von *C. Bellottii* durch die gestrecktere Körperform und durch die geringe Grösse der Schuppen.

Die Rückenlinie erhebt sich vom Hinterhaupte nur äusserst schwach bis zum Beginne der Dorsale und fast ohne Krümmung, während die Bauchlinie von der Kehle bis zur Anale sich senkt und längs der Basis der letzteren rasch nach hinten und oben sich erhebt.

Die Kopflänge ist ein wenig mehr als 3mal, die grösste Rumpfhöhe c. $3^2/_5$ mal in der Körperlänge, der Augendiameter fast 5mal, die Stirnbreite 3mal in der Kopflänge enthalten.

Die Mundspalte ist breiter als bei *C. Bellottii* und *C. maculatus* und die Bezahnung des Zwischenkiefers reicht weiter nach dem seitlichen Ende desselben zu, als bei den zwei letztgenannten Arten.

Die vorderen Narinen münden in ziemlich lange Tuben, wie bei den übrigen *Cynolebias*-Arten.

Die Schuppen an der Oberfläche des Kopfes sind kleiner als an den Seiten desselben.

Der Beginn der Dorsale fällt in verticaler Richtung über den der Anale und ist bedeutend näher zur Basis der Caudale als zum vorderen Kopfende gelegen und auch die Einlenkungsstelle der Ventrale fällt noch ein wenig näher zur ersteren als zum letzteren.

Die Dorsalstrahlen erheben sich bis zum 13. oder 14. Strahle, dessen Höhe c. $1^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten ist, und bilden nach hinten und oben eine oval gerundete Spitze. Die Anale dagegen erreicht schon näher zur Mitte ihrer Längenausdehnung die grösste Höhe, welche übrigens kaum der Hälfte einer Kopflänge gleicht, und ist am ganzen unteren Rande gleichmässig gebogen, convex.

Die Pectorale ist eben so lang wie der Kopf mit Ausschluss der kurzen Schnauze und des kleinen Auges, und reicht, horizontal zurückgelegt, mit ihrem hinteren Ende bis zur Längenmitte der Ventrale.

Die kurzen, einander stark genäherten Ventralen sind vollständig von einander getrennt und reichen mit ihrer Spitze nicht ganz bis zur Basis des ersten Analstrahles zurück. Die fächerförmig sich ausbreitende Caudale enthält c. 30 Strahlen.

Die Nackenschuppen bis zum Beginne der Dorsale sind eben so klein wie die Schuppen an der Oberseite des Kopfes. Die grössten Rumpfschuppen liegen an der vorderen Rumpfhälfte von der nicht scharf ausgeprägten Seitenlinie bis zur Höhe der Pectorale herab.

Auch bei dieser Art zieht ein blaugrauer Streif vom Auge, aber vertical herab.

Die Grundfarbe des Kopfes und Rumpfes ist hell gelbbraun, wie bei *C. maculatus*, und zahlreiche, nicht scharf abgegrenzte dunklere Querbinden, die hie und da maschenförmig zusammenfliessen, zieren die Rumpfseiten.

Dorsale, Caudale und Anale sind grauviolett gefleckt.

D. 17. A. 20. V. 5. P. 14. L. lat. c. 45—48. L. tr. c. 21 (zwischen der Basis des 1. Dorsal- u. Analstrahles).
R. br. 7.

Totallänge des beschriebenen Exemplares aus dem La Plata im Museum zu Mailand: $9^1/_3{}^{cm}$.

Curimatus Nägelii n. sp. (?).

D. 10. A. 9. V. 9. L. lat. 41 (+3 auf d. C). L. tr. $\frac{8}{\frac{1}{7}}$.

Körperform gestreckt. Grösste Rumpfhöhe 3mal, Kopflänge $3^3/_5$ mal in der Körperlänge. Augendiameter $3^1/_3$ mal, Stirnbreite ein wenig mehr als 3mal, Schnauzenlänge 4mal, grösste Kopfbreite bedeutend mehr als $2^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die obere Profillinie des Kopfes ist in der Stirngegend ein wenig eingedrückt und längs der Schnauze sehr schwach convex.

Die Knochen des Augenringes decken die Wangen vollständig. Der Vordeckelwinkel ist stark gerundet, der spitze Winkel des Zwischendeckels stark nach hinten vorgezogen, der hintere Rand des Kiemendeckels stark gerundet (convex), der untere Rand desselben geradlinig abgestutzt und nach vorne und unten geneigt.

Der Beginn der Dorsale fällt unbedeutend näher zur Basis der Fettflosse, als zum vorderen Kopfende; die grösste Höhe der Dorsale übertrifft die Länge ihrer Basis, erstere ist c. $1^1/_4$ mal, letztere c. 2mal in der Kopflänge enthalten.

Die Spitze der Pectorale fällt c. um 5 Schuppenlängen vor die Insertionsstelle der Ventralen, und letztere reichen nicht ganz mit ihrer Strahlenspitze bis zur Analgrube.

Die Länge der Ventralen ist unbedeutend grösser als die der Brustflossen und c. $1^1/_2$ mal in der Kopflänge begriffen.

Der Beginn der Anale fällt in verticaler Richtung ein wenig vor die Basis der Fettflosse.

Die Seitenlinie durchbohrt bis zum Beginne der Caudale 41 Schuppen und auf der Schwanzflosse 3.

Ein schwärzlicher länglicher Fleck liegt auf den letzten Schuppen der Seitenlinie, nach vorne geht er allmälig in die silbergraue Färbung der Seitenbinde über.

Die geringste Rumpfhöhe am Schwanzstiele ist c. $2^4/_5$ mal in der grössten Leibeshöhe enthalten.

An der Basis der Schuppen in der vorderen Rumpfhälfte oberhalb der Seitenlinie zeigt sich hie und da ein goldgelber Fleck, wie bei *Curimatus Gilberti*, der nächstverwandten Art, von der sie sich durch die grössere Zahl der Schuppen längs der Seitenlinie (im Ganzen 44, bei *C. Gilberti* nur 38—41), sowie zwischen dem Beginne der Dorsale und der Linea lateralis (8, bei *C. Gilberti* 6), wie ich glaube, specifisch unterscheiden dürfte. Leider konnte ich nur ein einziges Exemplar von *C. Nägelii* untersuchen, welches c. $14^1/_2$ cm lang ist, und in der Umgebung von Rio Janeiro gesammelt wurde.

Leporinus hypselonotus Gthr.

Diese Art erhielt ich kürzlich in zwei Exemplaren aus dem Orinoco bei Ciudad Bolivar; bisher kannte man sie nur aus dem Stromgebiete des Amazonenstromes.

Leporinus Mülleri Steind.

Zu dieser Art glaube ich zwei Exemplare (als Repräsentanten einer Varietät) beziehen zu müssen, welche aus dem Orinoco bei Ciudad Bolivar stammen.

In der Körperform, Schuppenzahl stimmen dieselben mit den typischen Exemplaren überein, doch ist statt einer unter der Dorsale beginnenden dunklen Binde längs der Seitenlinie nur ein ziemlich grosser ovaler schwärzlicher Fleck vorhanden, der in verticaler Richtung mit seinem vorderen Ende unter die Basismitte der Dorsale fällt und 4—5 Schuppen deckt. Die Analstrahlen sind bei dem grösseren Exemplare, einem Männchen von c. 13 cm Länge, bedeutend länger als bei dem kleineren, und die mittleren Strahlen reichen mit ihrer Spitze über den Beginn der Caudale zurück. Dunkle Querstreifen in der oberen Körperhälfte.

Serrasalmo (Pygocentrus) Nattereri Kner.

Von dieser Art erhielt ich im vergangenen Jahre zwei Exemplare aus dem La Plata, innerhalb der Provinz Buenos Ayres, die an Grösse und Körperform mit den von Prof. Kner beschriebenen typischen Weingeistexemplaren übereinstimmen, in der Zeichnung aber ein wenig von letzteren abweichen, indem sowohl die Anale als auch die Caudale mit einem breiten, intensiv schwarzbraunen Saume versehen ist.

Die Rumpfhöhe übertrifft, wie bei den typischen Exemplaren, die Hälfte der Körperlänge und ist $1^3/_4$ — etwas mehr als $1^5/_6$ mal, die Kopflänge $2^3/_5$—$2^2/_3$ mal in der Körperlänge, die Stirnbreite $2^1/_2$—$2^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Anale wird von 28—32 Strahlen gebildet; der vorderste Theil der Flosse springt sichelförmig über den Rand der übrigen Flossenstrahlen vor, und zwar bedeutender als es die von Kner gegebene, in dieser Beziehung nicht ganz genaue Abbildung zeigt.

Längs der Seitenlinie liegen c. 85—90 Schuppen bis zum Beginne der Caudale.

Die Seiten des Kopfes sind unregelmässig mit kleinen braunen, die des Rumpfes mit zahlreichen rundlichen und grösseren Flecken von blaugrauer Färbung besetzt, die gegen den unteren Körperrand ein wenig an Umfang abnehmen, und auch bei den typischen Exemplaren aus Natterer's Sammlung nicht fehlen, in Kner's Abbildung aber nicht angedeutet sind.

Die Rechenzähne an den Kiemenbögen zeigen dieselbe Gestalt wie bei *Serras. pyraya*, dem die hier besprochene Art auffallend nahe steht.

Serrasalmo piraya Cuv.

Bei Exemplaren von 15^{cm} Länge zeigen sich bereits deutlich entwickelte Faserstrahlen in der Fettflosse, und der Rumpf ist zugleich undeutlich dunkel gefleckt.

Die grösste Rumpfhöhe ist bei Individuen von $15-18^{cm}$ Länge $1^4/_5$—2mal, die Kopflänge $2^4/_5$—3mal in der Körperlänge, die Stirnbreite $2^1/_3$—$2^1/_2$mal in der Kopflänge enthalten und 29—31 Schuppen liegen zwischen dem Beginn der Rückenflosse und der Seitenlinie in einer verticalen Reihe.

Fundorte: Amazonenstrom bei Teffé; Rio Puty.

Myletes bidens Spix, Agass.

L. lat. 85—90. L. tr. 40/1/24.

Ausserordentlich häufig im ganzen Stromgebiete des Amazonenstromes. Während der Thayer-Expedition unter der Leitung des Prof. Louis Agassiz wurden Exemplare dieser Art im Amazonenstrome bei Villa bella und Tabatinga und im See Saraca gesammelt.

Die grössten Weingeistexemplare des Wiener Museums sind etwas mehr als 25^{cm} lang, und bei diesen ist die grösste Rumpfhöhe $1^3/_5$—$1^3/_4$mal, die Kopflänge etwas mehr als 3—$3^1/_4$mal in der Körperlänge (d. i. Totallänge mit Ausschluss der Caudale), der Augendiameter $3^2/_5$—4mal, die Stirnbreite 2—$2^1/_5$mal in der Kopflänge enthalten. In der Regel liegt ein grosser, schwarzbrauner Fleck mit goldgelber Umsäumung und unter diesem zuweilen noch 2—3 kleinere Flecken am Deckel.

Myletes duriventris Cuv.

Bisher bekannte Fundorte dieser Art: Amazonenstrom bei Santarem, Fonte boa, Teffé; Rio Tonantins, See Alexo und Saraca (Thayer-Expedition); Barra do Rio negro, Rio branco und Bananeira (Natterer); La Plata (bei Buenos Ayres).

Sternarchus albifrons sp. Lin.

Seit der Publication meiner Abhandlung über die *Gymnotidae* des k. k. Hof-Naturaliencabinetes zu Wien im Jahre 1868 habe ich mehrfach Gelegenheit gehabt, Exemplare von *Sternarchus albifrons* sp. Linné zu untersuchen, darunter viele aus dem See Manacapouru, von Teffé, Obidos (im Museum zu Cambridge, Massach., Thayer-Expedition). Bei den meisten derselben war das Schwanzende verstümmelt und die Caudale regenerirt.

Bei jüngeren Eremplaren ist die obere Kopflinie minder concav und die Rückenlinie viel schwächer convex (fast geradlinig) als bei alten Individuen. Bei letzteren gleicht die Rumpfhöhe $1^1/_2$, bei ersteren c. $1^1/_3$ Kopflängen.

Die Höhe der Schnauze unmittelbar vor dem Auge kommt der Schnauzenlänge gleich oder übertrifft sie noch ein wenig. Die Schnauzenlänge erreicht durchschnittlich $^2/_5$ der Kopflänge.

Die grösste Kopfhöhe ist etwas mehr oder weniger als $1^1/_4$mal in der Kopflänge enthalten.

Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung genau unter oder unbedeutend vor den Beginn des Auges.

In der Gegend des grössten Abstandes der Seitenlinie von der oberen Profillinie des Rumpfes liegen circa 11—13 Schuppen in einer verticalen Reihe.

Sternarchus brasiliensis Reinh.

Das Wiener Museum erhielt im Tausche (durch Dr. Lütken) ein ganz vollständig erhaltenes Exemplar dieser Art, welche bisher nur aus dem Stromgebiete des Rio San Francisco (Rio das Velhas) bekannt ist, und dem *St. albifrons* sehr nahe steht.

Das erwähnte Exemplar ist mit Einschluss der gerundeten Caudale etwas mehr als 31^{cm} lang, und die Kopflänge gleicht bei demselben der grössten Rumpfhöhe.

Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung vor das kleine Auge, die Schnauzenlänge ist c. $2^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten, und die Höhe der Schnauze unmittelbar vor dem Auge steht der Schnauzenlänge nach.

Die Kopfhöhe ist etwas mehr als $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten, die obere Profillinie des Kopfes steigt mässig nach hinten an und ist nur vor der Augengegend sehr schwach concav, im übrigen Theile geradlinig.

Die Rumpfschuppen sind ein wenig kleiner als bei *St. albifrons*, und es liegen c. 16 Schuppen zwischen der Seitenlinie und der Medianlinie des Rückens an jener Stelle, in welcher letztere von der ersten am entferntesten liegt.

Die Kopfform von *St. brasiliensis* ist schlanker als bei *St. albifrons.*

Sternarchus macrolepis n. sp.

Kopfform jener von *St. albifrons* sehr ähnlich, Kopfhöhe $1^1/_4$—$1^1/_5$ mal, Schnauzenlänge 3 mal, Augendiameter c. 10 mal, directe Entfernung der Augen von einander c. 10 mal, Länge der Brustflossen $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Schnauze fällt mit ihrem vorderen Rande steil, fast vertical oder schwach gebogen ab.

Die Mundwinkel reichen in verticaler Richtung nicht unbedeutend weiter nach hinten als das Auge und liegen ein wenig hinter der Mitte der Kopflänge. Im Unterkiefer liegen seitlich 2 Reihen spitzkonischer Zähnchen, im Zwischenkiefer bilden letztere jederseits eine kleine, kreisförmige Gruppe.

Die obere Profillinie des Kopfes ist abgesehen von dem vorderen Abfalle der Schnauze nahezu ungekrümmt und nimmt nach vorne gleichmässig an Höhe ab. Unmittelbar vor dem Auge ist die Kopfhöhe (bei geschlossenem Munde) noch etwas beträchtlicher als die Schnauzenlänge. Die Analmündung fällt in verticaler Richtung unter das Auge.

Die grösste Rumpfhöhe ist bei einem Exemplar unserer Sammlung $1^1/_3$ Kopflängen gleich, dem zweiten aber nur unbedeutend beträchtlicher als die Länge des Kopfes.

Die Schuppen in der oberen Rumpfhälfte sind von bedeutender Grösse, und es liegen daher deren nur 5—6 zwischen der Seitenlinie und der Mittellinie des Rückens in der Gegend ihrer grössten Entfernung von einander.

Das hintere Endstück des Rumpfes fehlt bei einem der beiden typischen Exemplare; bei dem zweiten besser erhaltenen Exemplare enthält die Anale c. 176 Strahlen, und in sehr geringer Entfernung hinter dem letzten Analstrahle beginnt die regenerirte, rudimentäre Caudale.

Rumpf dunkel goldbraun, Kopf wässerig-grauviolett.

Die schwärzliche Pectorale enthält 15—16 Strahlen und ist etwas länger als die Mundspalte.

Fundort: Ausstände des Amazonenstromes zunächst der Mündung des Rio negro, See Manacapouru.

Wenngleich bei *St. macrolepis* die Mundwinkel noch hinter das Auge fallen wie bei *St. Bonapartii* Cast. und Kaup, so steht erstere Art doch in der Kopfform und der Gestalt der Schnauze dem *St. albifrons* viel näher als letztere, vorausgesetzt, dass die von Castelnau und Kaup gegebenen Abbildungen des *St. Bonapartii* in dieser Beziehung nicht gänzlich verfehlt sind.

Sternarchus *(Rhamphosternarchus)* **Mülleri** n. sp.

Schnauze lang, röhrenförmig, mit der Spitze ein wenig nach oben gebogen. Mundspalte endständig, Auge sehr klein und überhäutet. Rumpf bedeutend verlängert, nach hinten allmälig an Höhe abnehmend. Schuppen sehr klein.

Die obere Profillinie des Kopfes erhebt sich ziemlich rasch von der Schnauzenspitze bis zum Hinterhaupte, ist längs der Schnauze nach oben concav, und in der Hinterhauptgegend stärker gerundet, convex. Die Schnauzenlänge gleicht der Hälfte der Kopflänge.

Die grösste Kopfhöhe ist c. $1^3/_5$ mal in der Länge des Kopfes enthalten.

In jedem Aste des Unterkiefers liegen drei Reihen schlanker, spitzer Zähne, deren Spitze nach hinten umgebogen ist. Etwas kleiner und gleichfalls zweireihig sind die Zähne an der Oberseite der Mundhöhle.

Die Länge der Mundspalte erreicht c. $^1/_4$ der Schnauzenlänge. Die Augen sind winzig klein, überhäutet; ihre directe Entfernung von einander ist c. $3^1/_2$—$3^2/_3$ mal in der Schnauzenlänge begriffen. Die Analmündung liegt näher zum Auge als zur Schnauzenspitze.

Die Pectorale ist circa halb so lang wie der Kopf und enthält 14—15 Strahlen.

Die Profillinie des Rückens ist äusserst schwach gebogen, convex, ebenso die des Bauches mit Ausnahme des vordersten Theiles, der ziemlich rasch in der Kehlgegend nach vorne ansteigt.

Die grösste Rumpfhöhe steht der Kopflänge ein wenig nach und beträgt c. $^1/_{11}$—$^1/_{12}$ der Totallänge. Gegen die Caudale zu nimmt der Rumpf, von seiner Längenmitte angefangen, gleichförmiger und minder rasch an Höhe ab als bei *Sternarchus (Rhamphosternarchus) oxyrhynchus* Müll. und Trosch., der nächst verwandten Art.

Die Caudale ist bei dem kleineren der beiden Exemplare des Wiener Museums vollständig erhalten und ebenso schwach entwickelt wie bei letztgenannter Art.

Die Anale beginnt fast genau unter der Längenmitte des hinter dem Auge gelegenen Kopftheiles und enthält bei dem grösseren Exemplare unserer Sammlung 237 Strahlen.

Die Rumpfschuppen sind im Ganzen klein; die zunächst der Seitenlinie gelegenen horizontalen Schuppenreihen werden von grösseren Schuppen gebildet, überdies nehmen die Schuppen der oberen Rumpfhälfte gegen den Schwanzstiel allmälig an Umfang zu.

Die Pectoralen zeigen eine rothgelbe Färbung; die lange Anale ist gelblichweiss, der Kopf weisslichgrau und dicht mit violetten Pünktchen gesprenkelt, die obere Rumpfhälfte röthlichbraun, die untere wässerig und hell graubraun (bei Weingeistexemplaren).

Länge der beschriebenen Exemplare 29^{cm} und 31^{cm}.

Fundort: Amazonenstrom bei Pará.

Crenicichla elegans n. sp.

D. $\frac{22-23}{12}$. A. 3/8. Sq. lat. c. 70 (bis zur Basis d. Caud.).

Kopflänge $3^1/_3$ mal in der Körper- oder c. 4mal in der Totallänge, Rumpfhöhe fast 5mal in der Körperlänge, Augendiameter etwas mehr als $4^1/_3$ mal, Stirnbreite nicht ganz 3mal, Schnauzenlänge 4mal in der Kopflänge enthalten.

Der Kopf ist verhältnissmässig kurz, breit, an der Oberseite querüber nahezu flach; die ganze Stirne, Schnauze, das Präorbitale und die Kiefer sind schuppenlos.

Die Mundspalte steigt mässig nach vorne an und ist zwischen dem Mundwinkel eben so breit wie lang. Der Unterkiefer überragt nach vorne den Zwischenkiefer; die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung unter den Vorderrand des Auges, das hintere Ende des Oberkiefers ein wenig hinter den letzteren.

In beiden Kiefern sind die Zähne der Aussenreihe konisch, mit der Spitze ein wenig nach innen umgebogen und stärker als die zahlreichen kleinen Spitzzähne der übrigen Reihen.

Der hintere Rand des Vordeckels ist ein wenig nach hinten und unten geneigt, und gleichmässig fein gezähnt.

Die Dorsalstacheln nehmen bis zum 9. oder 10. Stachel allmälig an Höhe zu, und von dieser bis zum drittletzten ganz unbedeutend an Höhe ab; die grösste Höhe der stacheligen Dorsale gleicht c. $^1/_3$ der Kopflänge.

Der 1. Gliederstrahl der Rückenflosse ist bedeutend länger als der vorangehende Stachel, und der höchste 7. oder 8. Gliederstrahl gleicht oder übertrifft ein wenig die Hälfte des Kopfes an Länge.

Die drei Analstrahlen sind merklich stärker als die Stacheln der Dorsale; der 3., längste Analstachel erreicht $^1/_3$ der Kopflänge, und der längste dritt- oder viertletzte Gliederstrahl der Anale nahezu die Hälfte einer Kopflänge. Dorsale und Anale endigen nach hinten zugespitzt.

Die Caudale ist am hinteren Rande oval gerundet und an Länge $^2/_3$ des Kopfes gleich. Die Pectorale ist unbedeutend kürzer oder länger als die Caudale, die Ventrale kaum länger als die Hälfte des Kopfes.

Die Schuppen der Seitenlinie sind bedeutend grösser, insbesondere länger als die übrigen Schuppen des Rumpfes. Bei dem einen Exemplare unserer Sammlung durchbohrt der obere Ast der Seitenlinie 26, der untere Ast 11 Schuppen, bei dem zweiten, grösseren Exemplare der obere oder vordere Ast nur 23, der untere hintere Ast dagegen 13 Schuppen bis zur Basis der mittleren Caudalstrahlen, und überdies noch 3 Schuppen auf der Caudale; im Übrigen liegen c. 70 Schuppen in einer horizontalen Reihe zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der Caudale in einer horizontalen Reihe und c. 26 Schuppen zwischen der Basis des Ventralstachels und der Dorsale in einer verticalen Reihe.

Die Schuppen des Kopfes und des Nackens sind ganzrandig, die übrigen Rumpfschuppen am freien Rande dicht gezähnt.

Eine dunkelbraune, ziemlich breite Binde zieht vom Auge horizontal bis zur häutigen Spitze des Unterdeckels. Fast sämmtliche Schuppen an den Seiten des Rumpfes sind an der Basis mit einem kleinen, punktförmigen Fleck geziert, und 8 Binden, die viel breiter (2—3mal) als die sie trennenden Zwischenräume sind, ziehen vom Rücken schräge nach hinten bis unter die Höhenmitte der Rumpfseiten herab. Hie und da lösen sich die einzelnen Querbinden mehr oder minder unvollständig in 2 Binden auf.

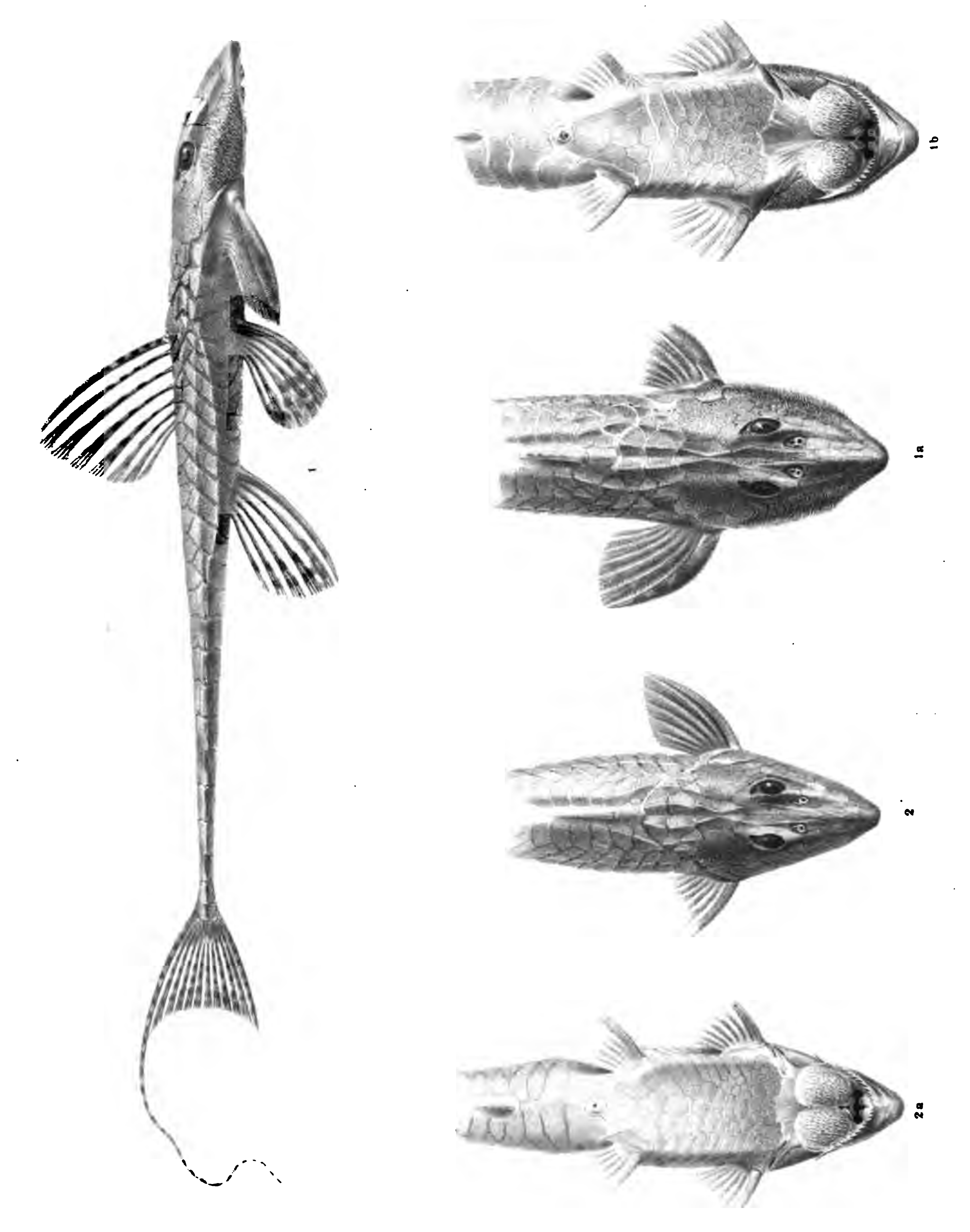
Ein intensiv schwarzer, gelb umsäumter Augenfleck liegt im vorderen Theile der oberen Hälfte der Caudale. Drei Reihen violetter Flecken auf den Stacheln der Dorsale; auf den Gliederstrahlen derselben Flossen nimmt die Zahl der horizontalen Fleckenreihen mit der Höhe der Strahlen zu. Eine violette Binde endlich liegt zunächst dem oberen und unteren Rande der Caudale, und es convergiren diese beiden Binden nach hinten. Die übrigen Flossen sind ungefleckt. Grundfarbe des Körpers goldbraun, der Dorsale und der Anale hell blaugrau.

Zwei Exemplare, $8^1/_2$ cm und $10^1/_2$ cm lang, aus Hoch-Peru (ohne nähere Angabe des Fundortes).

Ageneiosus brevis n. sp.

Kopflänge bis zur knöchernen Deckelspitze $3^1/_3$ mal, grösste Rumpfhöhe unter dem Dorsalstachel mehr als $4^1/_4$ mal in der Körperlänge, Augendiameter $3^1/_2$ mal, Schnauzenlänge etwas mehr als 3 mal, Mundbreite zwischen dem Mundwinkel etwas weniger als 2 mal in der Kopflänge enthalten. Knochen an der Oberseite des Kopfes gestreift, und nur sehr dünn überhäutet. Vordere Hälfte des Kopfes sehr stark deprimirt; Auge gross, oval, von einer opaken Haut umhüllt, hinter dem Mundwinkel und zum Theil auf der Unterseite des Kopfes gebogen. Maxillarbarteln an dem dünnen stielförmigen, äusserst kurzen Oberkiefer-Rudimente kurz und zart, unverästelt.

Kieferzähne spitz, bürstenförmig. Zwischenkiefer ringsum nach vorne den Unterkiefer mässig überragend; Schnauze vorne breit, in weitem Bogen gerundet. Hinter der Stirne erhebt sich die obere Kopflinie sehr steil bis zur Basis des Dorsalstachels. Letzterer ist am Vorderrande sehr zart, am hinteren Rande verhältnissmässig ziemlich stark gezähnt. Der steife Theil des Dorsalstachels übertrifft die Schnauze wenig an Länge, der erste höchste Gliederstrahl derselben Flosse steht der Kopflänge nur um mehr als einen halben oder einen ganzen Augendiameter nach.



Ed. Konopicky.

1a

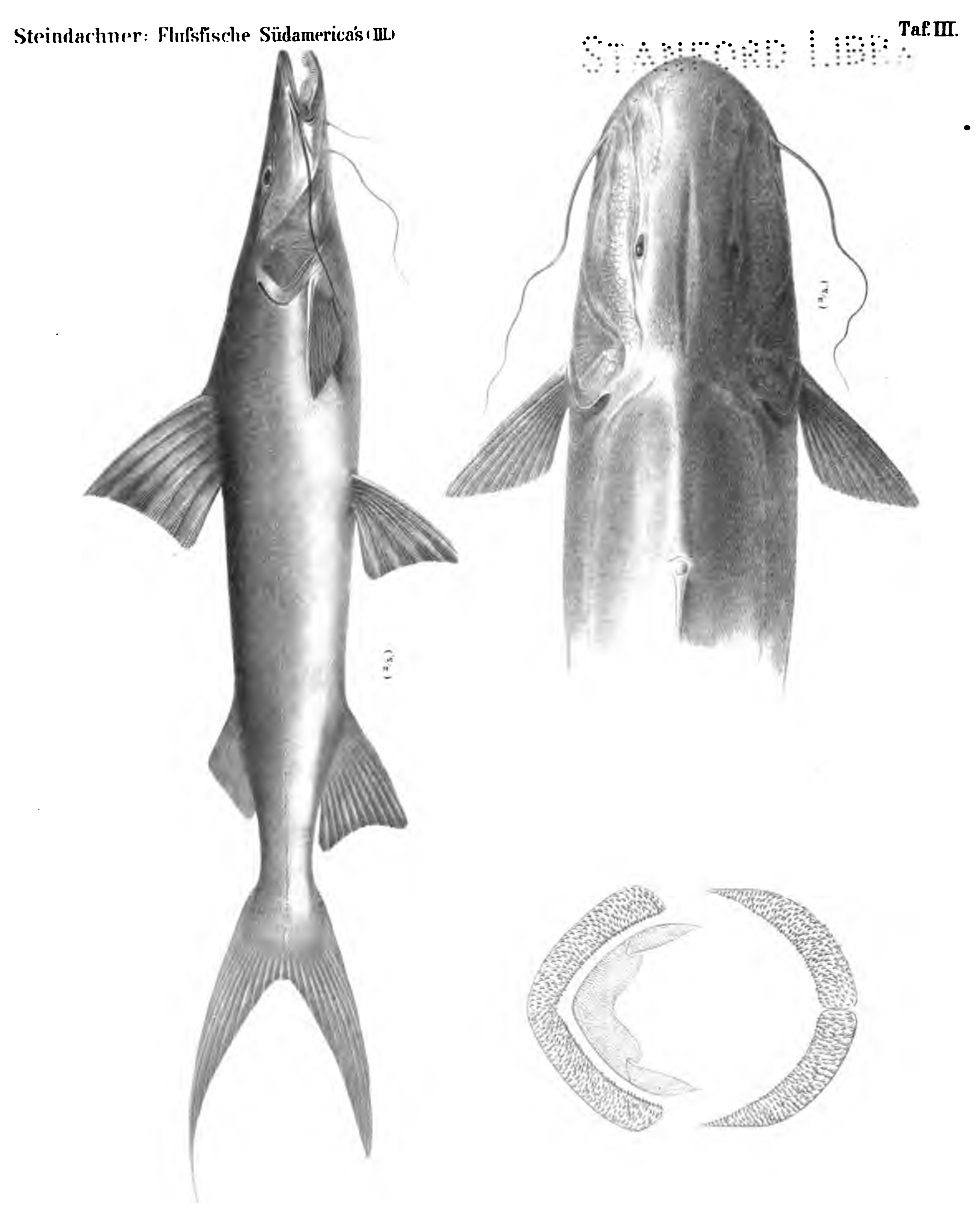
1 (6/7)

2

1b

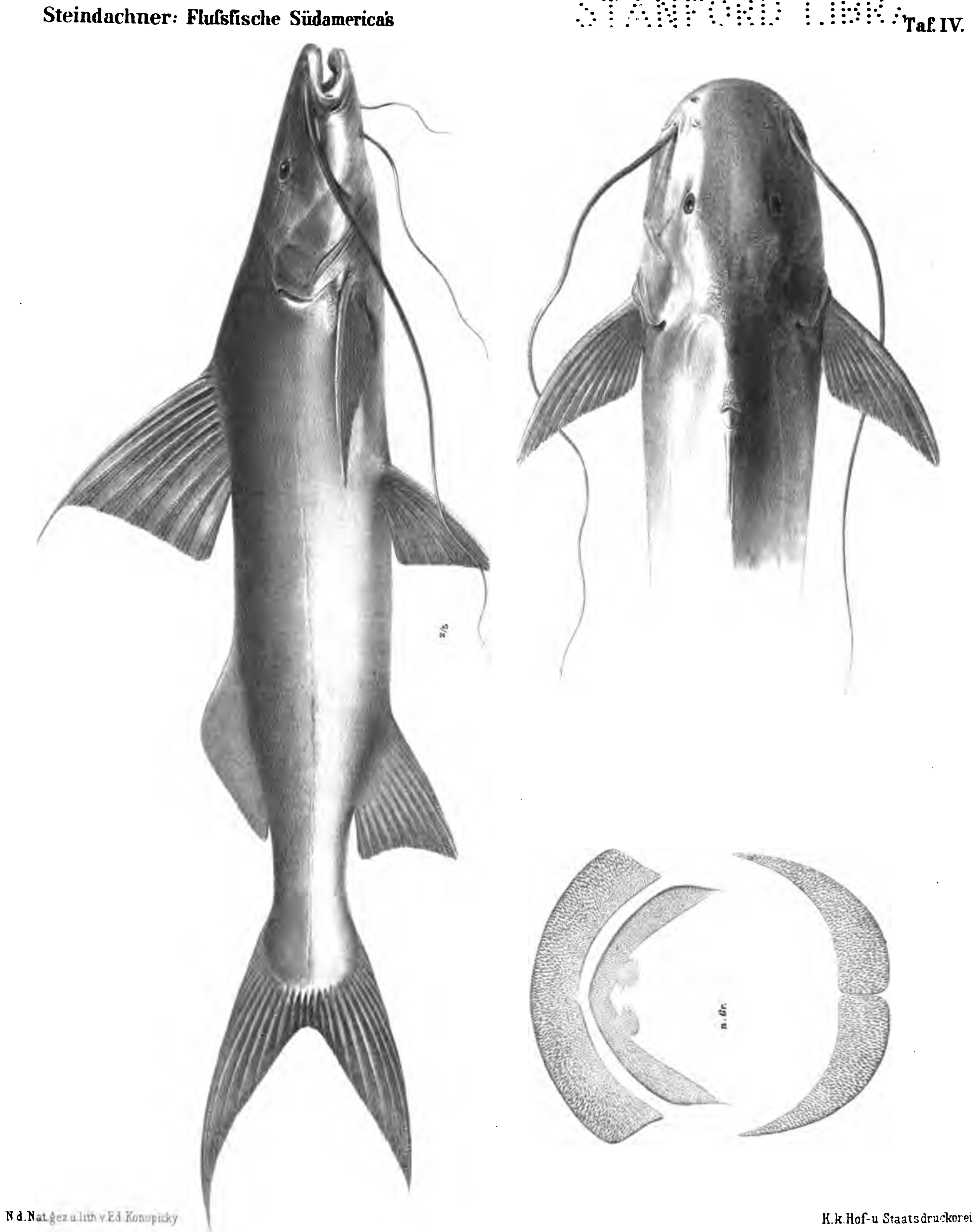
N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei



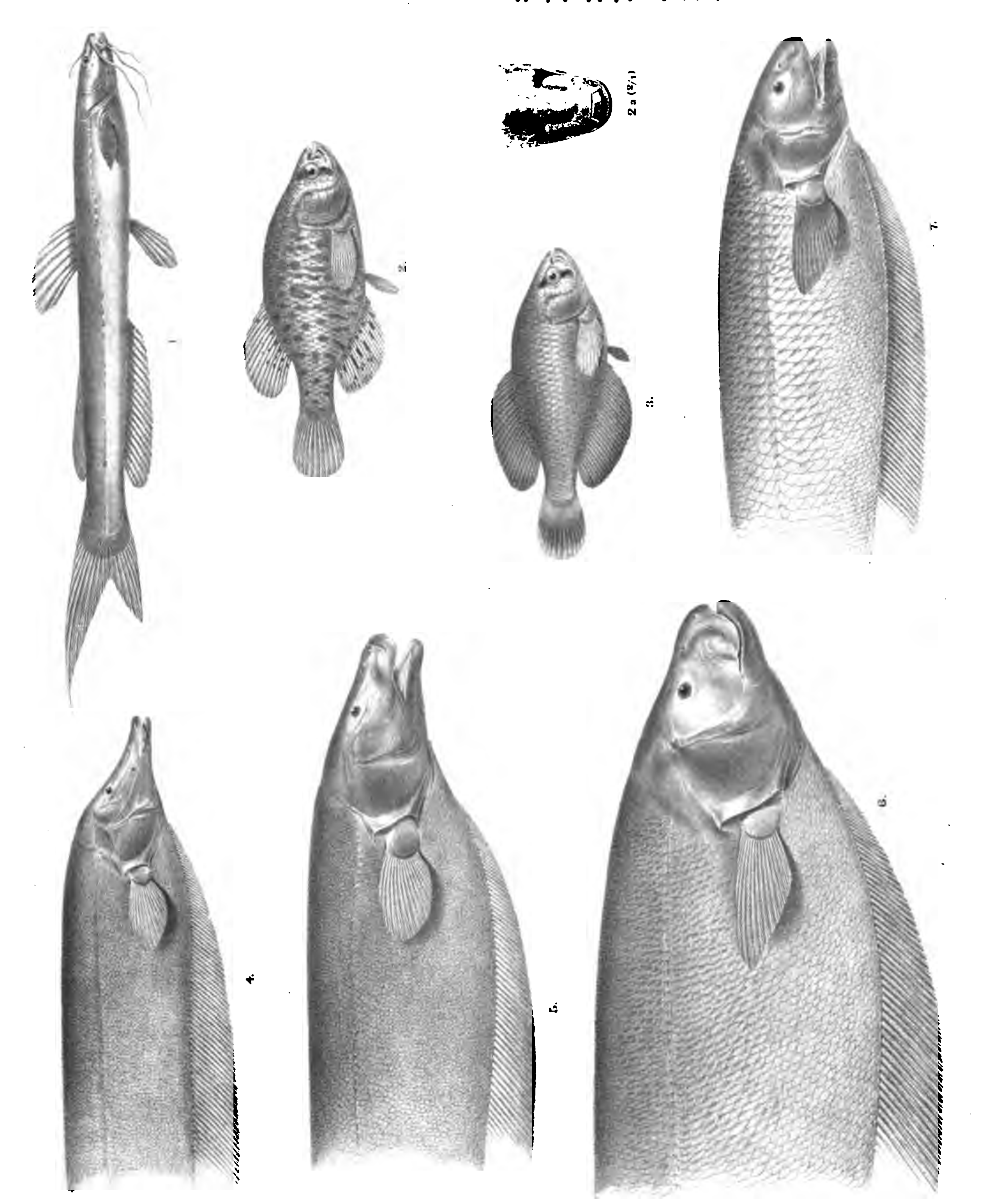
N. d. Nat. gez. u. lith. v. E. J. Konopicky

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei



N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Nach d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky

K.k. Hof u. Staatsdruckerei

Der Stachel der Pectorale ist stets bedeutend länger und stärker als der der Dorsale, deprimirt, und am äusseren Rande mit sehr kurzen, am Innenrande mit kräftigeren Hackenzähnen besetzt (in ähnlicher Weise wie der Dorsalstachel). Porus pectoralis deutlich sichtbar.

Der erste längste Gliederstrahl der Pectorale erreicht beiläufig dieselbe Länge wie der der Dorsale; die Spitze der Brustflossen überragt ein wenig die Basis der zugespitzten Ventralen; letztere Flossen gleichen an Länge dem Kopfe mit Ausschluss der Schnauze. Die Fettflosse ist an der Basis sehr schmal, doch ziemlich hoch, die Caudale am hinteren Rande tief halbmondförmig eingebuchtet. Die Caudallappen endigen nach hinten in eine Spitze und der obere ist ein wenig länger als der untere.

Die Seitenlinie sendet während ihres ganzen Verlaufes am Rumpfe bis zur Caudale kurze Ausläufer nach oben und nach unten aus und ist zart zickzackförmig gebogen.

Rumpf und Flossen ungefleckt.

Diese Art steht dem *Ageneiosus brevifilis* durch die Länge des Kopfes und bezüglich der Zahl der Analstrahlen sehr nahe, doch ist bei der hier beschriebenen Art die Caudale nicht schief abgestutzt, und der Pectoralstachel kräftig, daher nicht biegsam.

D. 1/6. A. 32—34. P. 1/11.

Vier Exemplare von 4—4$^1/_2$ Zoll Länge aus dem Amazonenstrom bei Coary und aus dem Hyavary.

Euanemus longipinnis n. sp. Agass. (in litt.).

D. 1/2. A. 63—64. V. 1/14. P 1/12.

Kopf kurz, Länge desselben bis zum hinteren Knöcherende des Deckels 5$^1/_3$—5$^1/_2$ mal in der Körperlänge, Augendiameter 2$^1/_2$ mal, grösste Kopfhöhe unmittelbar vor der Dorsale 1$^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten. Obere Kopflinie sehr mässig nach hinten ansteigend, schwach concav. Stirne querüber sehr schwach gewölbt.

Die fadenförmigen, zarten Maxillarbarteln reichen genau oder nahezu bis zur Basis der Ventralen zurück und bilden gleichsam die Fortsetzung des zarten, stielförmigen, schwach gebogenen Maxillare, dessen Länge c. $^2/_3$ eines Augendiameters beträgt.

Unterkieferbarteln lang, die beiden äusseren ein wenig kürzer als die beiden mittleren.

Stirnfontanelle lang, nach hinten eben so weit wie die Augen zurückreichend.

Augen gross, oval, von einer nur halb durchsichtigen Haut umhüllt, hinter den Mundwinkeln gelegen und zum Theil auf die Unterseite des Kopfes übergreifend. Humeralfortsatz kurz, dreieckig, überhäutet, mit seiner hinteren Spitze weit vor die Längenmitte des Pectoralstachels fallend. Porus pectoralis ziemlich gross.

Dorsale sehr klein; Dorsalstachel zart, doch steif, nur $^3/_4$ oder der Hälfte einer Augenlänge an Höhe gleich, am hinteren Rande zuweilen mit einigen wenigen kurzen Hakenzähnchen bewaffnet und etwas kürzer als der folgende Strahl. Der zweite Gliederstrahl der Dorsale ist äusserst schwach entwickelt, daher leicht ganz zu übersehen.

Pectoralstachel ziemlich kräftig, am Innenrande gezähnt, c. 1$^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten. Der erste Gliederstrahl der Pectorale ist unbedeutend länger als der Pectoralstachel und reicht genau oder nahezu bis zur Insertionsstelle der Ventralen zurück.

Ventralen stark entwickelt. Die beiden inneren Strahlen derselben sind mit einander durch eine Haut vereinigt und durch diese zugleich mit dem Bauchrande des Rumpfes bis zum Beginn der auffallend langen Anale in Verbindung.

Die Länge der Ventralen gleicht der des Kopfes. Der Ventralstachel ist nahezu ebenso stark wie der Pectoralstachel und der längste Strahl der Flosse; die folgenden Ventralstrahlen nehmen bis zum letzten gleichmässig an Länge ab.

Die Caudale ist am hinteren Rande mässig tief eingebuchtet, eben so lang wie die Ventrale, und die Lappen derselben sind nach hinten minder spitz zulaufend als bei *Euan. nuchalis,* nach Joh. Müller's und Troschel's Abbildung zu schliessen.

Eine braune Querbinde liegt ein wenig hinter der Längenmitte des oberen wie des unteren Caudallappens. Eine Fettflosse fehlt bei den von uns zur Beschreibung benützten Exemplaren spurlos.

Der Rumpf ist stark comprimirt und übertrifft über dem Beginne der Anale die Kopflänge nur ganz unbedeutend an Höhe.

Seitenlinie am Rumpfe geschlängelt, mit kurzen nach oben und unten auslaufenden Nebenästchen.

Durch die auffallend schwache Entwicklung der Dorsale, die bedeutende Strahlenzahl in der Anale und den Mangel einer Fettflosse unterscheidet sich diese Art wesentlich von den übrigen bisher bekannten *Euanemus*-Arten (*Euanemus nuchalis* Spix, Agass., *Euanemus brachyurus* Cope).

Vier Exemplare aus dem Hyavary, $3^3/_4$—$4^1/_3$ Zoll lang, von Prof. L. Agassiz unter dem Namen *Euanemus longipinnis* Agass. eingesendet.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1—1 *b*. *Loricaria lima* Kn. Männchen.
„ 2—2 *a*. Weibchen derselben Art.

TAFEL II.

Fig. 1—1 *b*. *Loricaria Spixii* n. sp.
„ 2. Unterseite des Kopfes eines Männchens zur Brutzeit.

TAFEL III.

Piratinga goliath sp. Kn.

TAFEL IV.

Piramutana piramuta sp. Kn.

TAFEL V.

Fig. 1. *Heptapterus Collettii* n. sp.
„ 2 u. 2 *a*. *Cynolebias Bellottii* n. sp.
„ 3. „ *maculatus* n. sp.
„ 4. *Sternarchus Mülleri* n. sp.
„ 5. „ *brasiliensis* Reinh.
„ 6. „ *albifrons* sp. Lin.
„ 7. „ *macrolepis* n. sp.

BEITRÄGE

ZUR

KENNTNISS DER FISCHE AFRIKA'S

UND

BESCHREIBUNG EINER NEUEN SARGUS-ART VON DEN GALAPAGOS-INSELN.

VON

DR. FRANZ STEINDACHNER,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Mit 10 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 23. JUNI 1881.

I.

Beitrag zur Kenntniss der Meeresfische Senegambiens.

Im Laufe des Jahres 1880 sowie im gegenwärtigen Jahre erhielt ich zu wiederholten Malen Zusendungen von Meeresfischen aus der Umgebung von Gorée sowie von Rufisque durch die gütige Vermittlung meiner geehrten Freunde, des Herrn Höfler und des Freiherrn v. Maltzan, und da unsere gegenwärtigen Kenntnisse über die Verbreitung der Meeresfische an der Westküste Afrika's noch sehr lückenhaft sind, so glaube ich, dass die Aufzählung und Beschreibung der in diesen Sendungen enthaltenen Fische von Interesse für die Freunde der Ichthyologie sein dürfte und hoffe, in den nächsten Jahren noch weitere umfassendere Beiträge zur Kenntniss der Meeresfische Westafrika's liefern zu können.

Vier von den in den nachfolgenden Zeilen beschriebenen Arten der Küsten Senegambiens waren bisher nur aus dem indischen und dem stillen Ocean bekannt, nämlich *Sphyraena jello*, *Mugil cephalotus*, *Belone choram* und *Platyrhina Schoenleinii*, während *Serranus taeniops* und *Priacanthus macrophthalmus* [1] bis an die Ostküste Amerika's sich ausbreiten.

Fast der grösste Theil der senegambischen Meeresfische findet sich im mittelländischen Meere, insbesondere an den südlichen Küsten desselben vor, so *Serranus scriba* L. var. *papilionacea*, *Serr. aeneus* Geoffr., *Labrax punctatus* Bl., *Diagramma mediterraneum* Guich., *Sargus vulgaris* Geoffr., *Pagrus auriga* Val., *Pagellus erythrinus* L., *Trigla lineata* Lin., *Corvina nigra* C. V., *Scomber colias* L., *Caranx rhonchus* Geoffr.,

---

[1] Hieher sind noch zu zählen: *Argyreiosus vomer* sp. L., *Argyr. setipinnis* sp. Mitch., *Temnodon saltator* sp. Lin., *Trachinotus goreensis* C. V., *Trach. ovatus* Lin., *Scomber colias* sp. Gmel., Lin., *Seriola Dumerilii* Risso, *Caranx carangus* C. V., *Echeneis naucrates* Lin., *Citharichthys spilopterus*, *Elops saurus* L., *Pristis antiquorum* Lath., *Pr. Perotteti* Val., *Chilomycterus reticulatus* Lin., etc.

Seriola Dumerilii Risso, *Lichia vadigo* Risso, *Lichia amia* sp. Lacép., *Lichia glauca* sp. Lin., *Mugil capito* Cuv., *Julis pavo* Hasselq., *Scarus cretensis* sp. L., *Ammodytes siculus* Swains., *Ophidium barbatum* Lin., *Exocoetus volitans* Lin., *Carcharia glaucus* Lin., *Carch. lamia* Risso, *Torpedo narce* Nardo, *Pristis antiquorum* Lath., *Pr. Perottoti* Val., *Rhinobatus halavi* Rüpp., *Branchiostoma lanceolatum* sp. Pall. etc.

Holocentrum hastatum C. V.

Zwei vortrefflich erhaltene Exemplare in der Sammlung des Herrn Höfler. Der dritte Analstachel ist bei denselben bedeutend kürzer, doch eben so kräftig wie bei dem von C. V. abgebildeten Individuum. Zwei rosenrothe Längsbinden auf der stacheligen Dorsale. Ein grosser schwarzer Fleck zwischen den drei ersten Dorsalstacheln. Ein schwarzer Streif am Vorderrande der übrigen Stacheln derselben Flosse im mittleren Drittel ihrer Höhe.

Serranus scriba sp. Lin.

Die beiden von Herrn Höfler eingesendeten Exemplare gehören jener Farbenvarietät an, welche von Cuv. Val. und Günther als *Serranus papilionaceus*, von Bloch und Peters als *Serranus (Holoc.) marocanus* angeführt wurde, von *Serr. scriba* aber zweifellos nicht specifisch getrennt werden kann.

Die Rückenflosse enthält bei sämmtlichen, im Wiener Museum befindlichen Exemplaren aus der Adria, dem Mittelmeere und von den canarischen Inseln normal 15 Gliederstrahlen und die Anale deren 7, von denen der letzte bis auf den Grund gespalten ist, und eben so viele zähle ich auch bei den beiden Individuen von Gorée, von denen das grössere 9 Zoll lang ist.

Die Pectorale, die Caudale und der grössere Theil der Anale sind bei diesem Exemplare intensiv orangegelb, die Ventralen grünlichgrau, die beiden grossen Querbinden des Rumpfes, die sich auf die Dorsale fortsetzen, intensiv dunkelbraun, die beiden schmalen Querbinden am Schwanzstiele hellbraun und nicht scharf ausgeprägt. Zwischen den beiden breiten dunkelbraunen Querbinden ist der Rumpf unterhalb der Seitenlinie perlgrau. Bei dem kleineren Exemplare bemerkt man deutlich, dass die beiden breiten Rumpfbinden durch das Zusammenfliessen von je 2—3 Binden entstanden sind. Die blauen Flecken auf den Gliederstrahlen der Dorsale und Anale sind violett gesäumt und fliessen auf der Anale zu Längsstreifen zusammen.

Die Seitenlinie durchbohrt am Rumpfe bei *Serr. scriba* überhaupt nur 60—62 Schuppen und 7—12 auf der Caudale.

Das Vorkommen der eigentlich nur durch die Intensivität und Pracht der Färbung charakterisirbaren Varietät „*papilionacea*" beschränkt sich auf die südlichen Küsten des Mittelmeeres und auf den atlantischen Ocean zwischen den canarischen Inseln und Senegambien (höchst wahrscheinlich dürfte dieselbe Varietät auch an den Küsten der Azoren und von Madera nicht fehlen).

Serranus taeniops C. V.

Sehr gemein an den Küsten Senegambiens bis zu den capverdischen Inseln und Guinea, selten an den Küsten der Bahama-Inseln bis Florida.

Die Sammlungen des Freiherrn von Maltzan und des Herrn Höfler enthielten Exemplare bis zu $13^1/_2$ Zoll Länge. Bei den beiden kleinsten Exemplaren von 8 und 9 Zoll Länge ist die Grundfarbe des Körpers nicht mennigroth, wie bei den übrigen grossen Individuen, sondern dunkel goldbraun oder fast schwarzbraun, daher erstere der Färbung nach mit *Serr. guttatus* Bl., Klunz., auffallend übereinstimmen. Ähnlich dunkel gefärbte Exemplare von *Serr. taeniops* erwähnt auch Prof. Troschel in seiner Abhandlung: „Ein Beitrag zur Ichthyologie der Inseln des grünen Vorgebirges." Zwischen dem Auge und der Schnauze liegt sehr häufig nur ein einziger Streifen, der aus der vollständigen Vereinigung einer Längsreihe von blauen Flecken entsteht und unter (und hinter) dem Auge sich ein wenig gegen den hinteren Vordeckelrand zu fortzieht. Der obere blaue Streif kommt in der Regel nicht oder nur theilweise zur Entwicklung, indem die ihn bildenden Flecken isolirt bleiben.

Die Kopflänge (bis zur Spitze des mittleren Operkelstachels gemessen) ist bei jüngeren Individuen fast $2^2/_3$mal, bei älteren $2^1/_2$mal, die grösste Rumpfhöhe stets etwas weniger als 3mal in der Körperlänge, der Augendiameter $5^2/_3$—$5^1/_3$mal, die Schnauzenlänge bis zur vorspringenden Spitze des Unterkiefers mehr als 3mal, die Stirnbreite c. 16mal in der Kopflänge enthalten.

1—2 Hundszähne jederseits vorne im Zwischen- und Unterkiefer, die oberen sind stärker und etwas länger als die unteren. Die Zahnbinden beider Kiefer nehmen nach vorne an Breite zu. In der Aussenreihe der Zahnbinde des Zwischenkiefers liegen bedeutend stärkere Zähne minder dicht an einander gedrängt als in den übrigen Reihen, deren Zähne beweglich, sehr schlank und spitz sind. Im vordersten breitesten Theile derselben Zahnbinde nehmen die Zähne nach innen rasch an Länge zu.

Ähnlich verhält es sich mit den Zähnen im Unterkiefer, nur fehlt hier die äussere Reihe gedrungener Zähne und die Zähne nehmen nicht nur im vordersten Theile der Zahnbinde, sondern auch an den Kieferseiten nach innen rasch an Länge zu.

Der hintere Rand des Vordeckels ist sehr fein und gleichmässig gezähnt und schwach convex; über der Winkelgegend des letzteren zeigt sich ausnahmslos eine seichte Einbuchtung. Der 2. und 3. Deckelstachel liegen näher zu einander als der 2. zum 1. obersten Stachel, dessen Spitze nach oben und hinten gekehrt ist.

Die Dorsalstacheln nehmen von dem 2. bis zum letzten, 9. Stachel oder nur bis zum vorletzten fast gleichmässig an Höhe zu; der letzte Stachel ist im ersteren Falle c. $3^2/_5$mal, der 2. c. $4^1/_3$—$4^1/_2$mal in der Kopflänge enthalten. Der erste Dorsalstachel erreicht c. die Länge eines Auges. Bei einem Exemplare unserer Sammlung ist von dem 7. bis zum 9. Stachel eine geringe Höhenabnahme bemerkbar.

Die Dorsalstacheln sind kräftiger als bei dem nahe verwandten *S. miniatus* oder *S. guttatus*, und durch keine Einbuchtung von dem gliederstrahligen Theile der Flosse getrennt. Die Caudale ist am hinteren Rande gerundet.

Die Zahl der Fleckenreihen am Rumpfe nimmt mit dem Alter zu und beträgt c. 14—21. Auf der Pectorale beschränken sich die Flecken nur auf den beschuppten Theil der Flosse. Der gliederstrahlige Theil der Dorsale und der Anale, die Caudale und der Aussenrand der Ventralen sind stets ziemlich breit und intensiv blau gesäumt. Bei den Exemplaren mit rother Grundfarbe ist auch die Pectorale am ganzen freien Rande blau eingefasst, nicht aber bei Exemplaren von dunkler Grundfärbung.

Circa 100—113 Schuppenreihen liegen zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der Caudale in einer geraden Linie ohne Berücksichtigung des Verlaufes der Seitenlinie.

Serranus nigri Gthr.

Sehr gemein bei Gorée und Rufisque, überdies weit nach Süden bis gegen die Niger-Mündung verbreitet.

Das grösste Exemplar, welches das Wiener Museum von dieser Art besitzt, stammt aus der Sammlung des Freiherrn von Maltzan und ist 9 Zoll lang, leider aber ganz entfärbt. Zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der mittleren Caudalstrahlen liegen bei dem erwähnten Exemplare c. 78 Schuppen in einer horizontalen Reihe.

$$\text{D. } 9/14. \text{ A. } 3/8. \text{ L. l. c. } 78. \text{ L. transv. } \frac{11}{\frac{1}{24 \text{ c.}}}$$

Serranus aeneus Is. Geoff.

D. 11/15. A. 3/8. L. l. c. 79—82.

Ein einziges Exemplar dieser Art erhielt ich während meiner Reise nach dem Senegal in Gorée und ein zweites durch Herrn Höfler von derselben Localität. Zahlreiche Exemplare im Wiener Museum von Malaga, Beiruth, Damiette und von Port Said.

Junge Individuen von $6^1/_2$ – 7 Zoll Länge sind am Rumpfe mit ziemlich grossen, doch nicht scharf abgegrenzten goldbraunen Flecken geziert und überdies ziehen fünf breite Binden von etwas dunklerer Schattirung als die Grundfarbe des Rumpfes von der Basis der Dorsale schräge nach vorne und unten; die Caudale

ist am hinteren Rande **stark** gerundet und die Anale enthält 8 Gliederstrahlen. Zwei hellblaue Streifen ziehen hinter dem Auge geradlinig, schräge nach hinten und unten.

Bei eben diesen Exemplaren ist die Kopflänge bis zur Spitze des mittleren Operkelstachels fast ganz genau 3mal in der Körperlänge, (d. i. Totallänge mit Ausschluss der Caudale), der Augendiameter $4^4/_5$—5mal, die Schnauzenlänge (bis zur Kinnspitze gerechnet) genau oder ein wenig mehr als 4mal in der Kopflänge enthalten. Die grösste Rumpfhöhe ist ziemlich variabel und $3^1/_2$-— kaum $3^2/_5$ mal in der Körperlänge begriffen.

Der hintere Rand des Vordeckels ist nach hinten und unten geneigt, und ziemlich gleichmässig zart gezähnt. Drei bis sechs verhältnissmässig grosse Stacheln liegen am Winkel des Präoperkels, von denen die oberen mit der Spitze nach hinten und unten, die untersten mehr oder minder bedeutend nach vorne und unten geneigt sind. Der untere Vordeckelrand trägt keine Zähne. Die Hundszähne der Kiefer sind von keiner besonderen Stärke. An den Seiten der Kiefer liegen oben 3, unten 2 Zahnreihen; nach vorne nimmt die Zahl der Zahnreihen zu.

Bei einem Exemplare von $14^1/_2$ Zoll Länge fehlen die Querbinden am Rumpfe vollständig, von Flecken bemerkt man nur geringe Spuren am Schwanzstiele. In der Wangengegend ziehen drei hellblaue Streifen nach hinten und die Caudale ist am hinteren Rande äusserst schwach convex. Drei kräftige Stacheln am Winkel des Vordeckels, Rumpfhöhe $3^1/_2$ mal, Kopflänge bis zur Spitze des mittleren Deckelstachels etwas weniger als $2^3/_4$ mal, bis zum häutigen Ende des Unterdeckels etwas weniger als $2^1/_2$ mal in der Körperlänge, Augendiameter 5mal, Schnauzenlänge c. $4^1/_3$ mal in der Kopflänge (bis zur Spitze des 2. Operkelstachels) enthalten. Anale am unteren Rande hellgesäumt mit 8 Gliederstrahlen. Nur bei diesem grossen Exemplare finden sich kleine Schüppchen zunächst dem oberen Rande des Oberkiefers vor, bei den übrigen kleineren Exemplaren ist dieser Knochen schuppenlos. Von den Stacheln der Dorsale ist der dritte am höchsten und 3mal in der Kopflänge (bis zum hinteren Ende des Suboperkels gemessen) enthalten. Nur selten ist der 4. Stachel ebenso hoch wie der dritte.

NB. In dem von Herrn Alb. **Perugia** erst kürzlich veröffentlichten, vortrefflichen Cataloge der Fische der Adria (Elenco dei Pesci dell'Adriatico) ist auf Tafel I eine *Serranus*-Art unter dem Namen *Serr. acutirostris* C. V. abgebildet. Nach der Zahl der Analstrahlen zu schliessen, dürfte jedoch diese Benennung nicht richtig sein, da bei *Serr. acutirostris* die Anale 11 Gliederstrahlen enthält (nicht aber 8, wie aus **Perugia's** Abbildung zu entnehmen ist).

Serranus goreensis C. V.

Das Wiener Museum besitzt gegenwärtig fünf Exemplare dieser Art, und zwar vier von Gorée und Rufisque (durch Freiherrn von **Maltzan** und **Höfler**) und ein Exemplar von den canarischen Inseln.

Bei einem c. $9^1/_2$ Zoll langen Exemplare ist die Caudale bei vollständig ausgebreiteten Strahlen äusserst schwach convex und der längste oberste und unterste Randstrahl überragt mit seiner Spitze nur ganz unbedeutend den hinteren Caudalrand, bei den übrigen Exemplaren von $14^1/_2$—$17^1/_2$ Zoll Länge dagegen ist der hintere Rand der Schwanzflosse vertical abgestutzt oder schwach concav und nur die oberen wie die unteren Randstrahlen überragen denselben sichelförmig mehr oder minder bedeutend.

Die Länge des zugespitzten Kopfes ist $2^1/_2$—$2^2/_5$ mal, die grösste Rumpfhöhe $3^1/_4$—$3^1/_5$ mal in der Körperlänge, die Länge der Pectorale $5^2/_5$—$6^1/_3$ mal in der Totallänge, der Augendiameter 5—6mal, die Stirnbreite $6^1/_3$—6mal in der Kopflänge bis zum hinteren Ende des Unterdeckels enthalten.

Der aufsteigende Vordeckelrand ist schwach convex, fast vertical gestellt oder aber ein wenig nach hinten und unten geneigt und zart gezähnt; gegen den hinteren unteren Winkel zu nehmen diese Zähnchen ein wenig an Grösse zu.

An dem ziemlich stark nach hinten vorspringenden Vordeckelwinkel liegen dicht an einander gedrängt mehrere ziemlich grosse, plattgedrückte Stacheln oder Dornen, meist 3, seltener durch Theilung 5—6, deren Spitzen ein wenig nach hinten und unten geneigt sind. Die untersten dieser Zähne sind zuweilen schwach nach vorne umgebogen. Der untere Rand des Vordeckels ist geradlinig, zahnlos und mehr oder minder bedeutend nach vorne und hinten abfallend.

Der Oberkiefer zeigt an seiner Aussenfläche keine Schuppen. Jederseits 2 mässig grosse Hundszähne am vorderen Ende der Kieferhälften, welche im Übrigen wie bei *S. aeneus* bezahnt sind.

Von den Stacheln der Dorsale ist bald der dritte, bald der vierte am höchsten, doch unterscheiden sie sich von einander selbst nur wenig an Höhe.

Ein schwarzer Streif zieht sich längs dem oberen Rande des Oberkiefers hin. Der Rumpf ist bei den von mir untersuchten Individuen fast ungefleckt und auf den Wangen fehlen die für *S. aeneus* so charakteristischen Streifen von blauer Färbung.

D. 11/16. A, 3/18.

Lutjanus Maltzani n. sp.

Körperform gestreckt, oval. Grösste Rumpfhöhe mehr als $3^1/_4$— fast $3^1/_2$ mal in der Totallänge oder c. $2^2/_5$ nahezu $2^1/_2$ mal in der Körperlänge, Kopflänge $3^1/_2$—$3^2/_5$ mal in der Totallänge enthalten, somit der Rumpfhöhe ganz oder nahezu gleich, Augendiameter fast $3^2/_3$—4mal, Schnauzenlänge 3—$3^2/_5$ mal, Stirnbreite fast 5—$4^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die grösste Höhe der Präorbitale gleicht c. $^2/_3$ einer Augenlänge; fünf Schuppenreihen liegen auf den Wangen, das Randstück des Vordeckels ist schuppenlos.

Der Vordeckel ist am hinteren Rand über der Winkelgegend deutlich eingebuchtet und am ganzen aufsteigenden Rande äusserst zart gezähnt; etwas grösser sind die Zähne am gerundeten Winkel. Zwischendeckel ohne knotenförmige Anschwellung zunächst dem Winkel des Vordeckels. Schuppen am Deckel etwas grösser als auf den Wangen.

Jederseits zwei schwache Hundszähne vorne im Zwischenkiefer. Zahnbinde in beiden Kiefern nicht sehr breit, mit etwas längeren und stärkeren Spitzzähnen in der Aussenreihe. Zahnbinde am Vomer nagelförmig, mit ziemlich langem Stiele. Gaumenzähne eben so zart wie die am Vomer, eine schmale Binde bildend. Eine lange Zahnbinde längs der Mitte der Zunge.

Suprascapula am hinteren Rande fein gezähnt.

Die ganze Oberseite des Kopfes ist mit Ausnahme eines bandförmigen Streifes, der über dem Deckel beginnt und nach vorne mit dem der entgegengesetzten Seite convergirt, unbeschuppt, ebenso die Knochen des Augenringes, die Kiefer und der Randtheil des Vordeckels.

Von den Stacheln der Dorsale sind der 4. und 5. am höchsten und fast $2^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten. Der erste Gliederstrahl der Rückenflosse ist höher (c. um $^1/_3$ eines Augendiameters) als der vorangehende Stachel, die folgenden Strahlen nehmen bis zum viertletzten nur wenig, die übrigen bis zum letzten rascher an Höhe ab.

Die Pectorale ist schlank, lang, zugespitzt und schwach gebogen, die Spitze derselben fällt in verticaler Richtung über den Beginn der Anale. Die Länge der Pectorale steht der des Kopfes nur um einen halben Augendiameter nach.

Die Länge der Ventralen gleicht c. $^3/_4$ der Pectorallänge und die Spitze der ersteren erreicht die Analgrube.

Der zweite Analstachel ist kräftiger, doch kürzer als der 3., dessen Länge etwas mehr als 3 mal in der Kopflänge enthalten ist.

Die Caudale ist am hinteren Rand halbmondförmig eingebuchtet und der obere Lappen derselben ein wenig länger und stärker zugespitzt als der untere. An Länge steht die Caudale der Pectorale ein wenig nach.

Die Dorsale ist am oberen, die Caudale am hinteren Rande schwarz gesäumt. Kopf und Rumpf sind prachtvoll rosenroth gefärbt mit einem Stiche ins Graue gegen die Rückenlinie zu; in der oberen Rumpfhälfte liegt ein hell goldgelber Fleck in der Mitte jeder Schuppe, in der unteren Körperhälfte zeigen die Schuppen hinten eine silberweisse Umsäumung. Die Flossen sind in der basalen Hälfte zinnoberroth, gegen die Spitze der Strahlen zu intensiv gelb. Ein grauschwarzer Fleck an der Basis der oberen Pectoralstrahlen.

48—50 Schuppen liegen längs der Seitenlinie am Rumpfe und c. 10 auf der Caudale. $5^1/_2$—6 Schuppenreihen über und c. 13 unter der Seitenlinie.

Ein Exemplar, $10^1/_3$ Zoll lang, aus Gorée, von Herrn Höfler eingesendet und vortrefflich erhalten, ein zweites von $8^1/_2$ Zoll Länge aus Rufisque, von Freih. v. Maltzan gesammelt; letzteres ist leider sehr stark beschädigt (in Folge der Conservirung in einer Salzlösung) und vollständig entfärbt.

D. 10/15. A. 3/9. V. 1/5. L. l. 48—50.

Priacanthus macrophthalmus C. V.

D. 10/14. A. 3/15. L. l. c. 70—73.

Grösste Rumpfhöhe $3^1/_2$ mal, Kopflänge c. 4mal in der Totallänge, Augendiameter mehr als $2^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die beiden Ränder des Vordeckels stossen unter einem stumpfen Winkel zusammen, welcher in eine zarte, stachelartige Spitze endigt.

Die Zahl der von der Seitenlinie durchbohrten Schuppen beträgt nur 70—73 mit Einschluss der auf der Caudale gelegenen Schuppen, dagegen liegen 85—86 Schuppen zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte bis zum Beginn des unbeschuppten Theiles der Caudale in einer horizontalen Linie.

Längs der Seitenlinie sind keine dunklen Flecke bemerkbar. An dem gliederstrahligen Theile der Dorsale und Anale zeigen sich dunkelgraue, undeutlich abgegrenzte Flecken. Die Ventrale ist wässerig dunkelgrau und nur wenig kürzer als der Kopf, während die Länge der Pectoralen fast 2mal in der des Kopfes begriffen ist.

Eine Reihe spitzer Stachelchen längs der Basis der Gliederstrahlen der Rückenflosse.

Ein Exemplar, etwas mehr als 10 Zoll lang, durch Freih. v. Maltzan.

Nach Prof. Troschel kommt diese *Priacanthus*-Art auch an den Küsten der Inseln des grünen Vorgebirges vor.

Pristipoma Perotteti C. V.

Zahlreiche kleine Exemplare in der Sammlung des Freih. v. Maltzan aus den Sümpfen bei Rufisque (5 Meilen südlich vom Cap vert), leider ausnahmslos stark beschädigt.

Das Wiener Museum besitzt Exemplare von der Mündung des Senegals bei St. Louis (durch den Verfasser) so wie von Liberia und Lagos.

Zuweilen liegen nur $7^1/_2$ Schuppenreihen zwischen der Seitenlinie und der Basis des ersten Dorsalstachels in einer Querlinie.

Pristipoma Jubelini C. V.

Diese Art scheint an den Küsten Senegambiens seltener zu sein als die früher erwähnte und ist durch kein Exemplar in den Sammlungen von Maltzan und Höfler vertreten, während ich selbst mehrere Exemplare bei St. Louis erhielt. In der von mir gegebenen Beschreibung dieser Art in dem 50. Bande der Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. I. Abth., Novemb.-Heft, 1869 ist ein Druckfehler zu berichtigen: auf Zeile 2 der dritten Seite der ersten Abhandlung „Zur Fischfauna des Senegals" (Separatabdruck) ist bezüglich des Verhältnisses der grössten Körperhöhe zur Totallänge $3^2/_3$ mal (statt $2^2/_3$ mal) zu lesen.

Pristipoma suillum C. V.

Ein gut erhaltenes Exemplar von 16 Zoll Länge in der Sammlung des Freih. v. Maltzan.

Die Länge des Kopfes ist bei diesem Exemplare nahezu $3^1/_2$ mal in der Totallänge enthalten, die Höhe des Rumpfes c. $3^3/_4$ mal. Die Länge des Auges gleicht $^2/_9$ der Kopflänge, die Schnauzenlänge ist $2^3/_4$ mal, die Breite der gewölbten Stirne $4^1/_2$ mal, die grösste Höhe des Präorbitale etwas mehr als 4mal, die geringste Rumpfhöhe am Schwanzstiele $3^1/_2$ mal in der Kopflänge begriffen.

Der hintere Rand des Vordeckels ist stark nach hinten und unten geneigt, concav und dessen Zähne nehmen gegen den hinteren Winkel ein wenig an Stärke zu, indem sie zugleich etwas weiter auseinander rücken; die oberen dieser Zähne sind ferner mit der Spitze nach oben und hinten gekehrt, während sie weiter nach unten allmälig eine horizontale Lage annehmen.

Sämmtliche Dorsal- und Analstacheln sind kräftig; der 4. höchste Dorsalstachel ist etwas weniger als $2^1/_3$—$2^1/_4$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Länge der Brustflossen gleicht der des Kopfes. Der 2. Analstachel ist nur wenig länger, viel stärker als der dritte.

Die Anale enthält bei dem hier zu beschreibenden Exemplare 9 Gliederstrahlen, die Dorsale 16. Der erste Gliederstrahl der Ventralen endigt in eine kurze, fadenförmige Spitze.

Die Seitenlinie durchbohrt 51 Schuppen am Rumpfe und c. 14 auf der Caudale; 7(—8?) Schuppenreihen zwischen der Basis des 1. Dorsalstachels und der Seitenlinie. In der ganzen oberen Hälfte des Rumpfes liegt an der Basis jeder Schuppe ein ziemlich kleiner, rundlicher brauner Fleck. Gegen die Caudale zu werden diese Flecken allmälig kleiner und sind zugleich minder scharf abgegrenzt. Auch die Caudale ist mit kleinen Flecken übersäet.

Viel grösser als die Flecken des Rumpfes sind die auf den Gliederstrahlen der Dorsale gelegenen Flecken, und bilden daselbst 3—4 Längsreihen; auf dem stacheligen Theile derselben Flosse vereinigen sich die dunklen Flecken zu kürzeren oder längeren Längsstreifen und sind zugleich minder intensiv gefärbt als auf den Gliederstrahlen. Die übrigen Flossen zeigen nicht die geringste Spur von Flecken.

$$\text{D. } 12/16. \quad \text{A. } 3/9. \quad \text{L. tr. } \frac{7\ (\text{an } 8?)}{\frac{1}{14}}.$$

Pristipoma Bennettii Lowe.

Ziemlich häufig bei Gorée. Mehrere Exemplare im Wiener Museum aus der Sammlung des Verfassers und des Herrn Höfler.

Diagramma mediterraneum Guich.

Das von Freih. v. Maltzan bei Rufisque gesammelte Exemplar genannter Art unterscheidet sich von Guichenot's typischem Exemplare hauptsächlich durch das Vorkommen von 11 Dorsalstacheln und ein etwas stärker gebogenes (nicht geradliniges) Kopfprofil, ferner durch die etwas bedeutendere Länge der Pectorale (im Vergleiche zu Guichenot's Abbildung, pl. 3 der *Explor. Algér. Rept.* et *Poiss.*), und endlich durch die ein wenig gestrecktere Körperform, doch dürften diese Unterschiede wohl kaum von mehr als individueller Bedeutung sein.

Die grösste Höhe des Rumpfes ist etwas weniger als $3^1/_6$ mal, die Kopflänge 4 mal in der Totallänge, der Augendiameter etwas mehr als 4 mal, die Schnauzenlänge mehr als $2^4/_5$ mal, die Stirnbreite c. 4 mal in der Kopflänge enthalten.

Der ganze Kopf ist mit Ausnahme des vor den Narinen gelegenen Theiles der Schnauze, des Zwischen- und Oberkiefers sowie der Lippen dicht mit kleinen gezähnten Schuppen bedeckt. 4 Porenmündungen liegen an der Unterseite des Unterkiefers (2 jederseits).

Die Mundspalte ist von geringer Längenausdehnung, halb unterständig, indem der Unterkieferrand von der Oberlippe ringsum umschlossen und überragt ist. Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung ein wenig vor den Vorderrand des Auges in verticaler Richtung. Die Kieferzähne sind spitz, zahlreich, und die der Aussenreihe länger und stärker als die Zähne der übrigen dicht an einander gedrängten Reihen.

Der aufsteigende Deckelrand ist äusserst schwach nach vorne und unten geneigt und dicht mit spitzen Zähnen besetzt, von denen die meisten mit der Spitze nach oben und hinten geneigt sind; nur die zunächst über dem hinteren gerundeten Vordeckelwinkel gelegenen Zähne liegen nahezu horizontal.

Der untere, nach unten convexe Rand des Vordeckels trägt nur in der hinteren Längenhälfte sehr kleine Zähnchen. Der hintere gerundete Scapularrand ist gleichfalls zart gezähnt.

Die obere Profillinie des Kopfes erhebt sich rasch bis zum Hinterhaupte und ist bogenförmig gerundet.

Von den 11 Stacheln der Dorsale ist der 4. und 5. am höchsten und c. $2^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten. Der erste Dorsalstachel ist c. $2^1/_3$ mal, der letzte etwas mehr als $1^1/_3$ mal in der Höhe des 4. oder 5. Stachels enthalten.

Der obere Rand des ganzen stacheligen Theiles der Rückenflosse ist somit ungleich stark convex und beschreibt zwischen der Spitze des 1.—4. Stachels einen viel bedeutender gekrümmten Bogen als zwischen dem 5. und letzten.

Der erste Gliederstrahl der Dorsale ist nur wenig länger als der vorangehende Stachel; die folgenden Gliederstrahlen nehmen bis zum 15. allmälig und gleichförmig an Länge zu und bilden daher nach oben einen geradlinigen Rand; die letzten 3 getheilten Strahlen nehmen rasch bis zum 18. an Höhe ab.

Die zugespitzte Pectorale ist ebenso lang wie der Kopf; die Ventrale steht der Kopflänge beiläufig um die Länge der Schnauze nach, und die Spitze der Flosse fällt circa um 4—5 Schuppenlängen vor die Analgrube.

Der 1. Analstachel ist sehr kurz, der 2. und 3. sehr lang und zwar der 2. merklich stärker, aber etwas kürzer als der 3. Stachel.

Die 4 ersten Gliederstrahlen der Anale sind mehr als $1^1/_2$ mal länger als der vorangehende Stachel, die übrigen getheilten Strahlen nehmen bis zum letzten sehr rasch an Höhe ab, daher die Anale nach unten spitzwinkelig zuläuft.

Eine hohe Schuppenscheide umhüllt die ganze Basis der Rücken- und Afterflosse. Überdies sind auch die Gliederstrahlen der Anale selbst fast bis zum unteren Flossenrande überschuppt, während auf dem gliederstrahligen Theile der Rückenflosse nur zunächst dem Rande der einzelnen Strahlen eine schmale Schuppenbinde bemerkbar ist.

Die Caudale erreicht nicht ganz eine Kopflänge; sie ist am hinteren Rande seicht halbmondförmig eingebuchtet und vollständig überschuppt.

Die Schuppenreihen des Rumpfes steigen schräge nach oben und hinten an und sind im mittleren Theile am dunkelsten gefärbt. Die Seitenlinie durchbohrt am Rumpfe nur c. 60—63 Schuppen, doch zähle ich längs dem oberen Rande der Seitenlinie c. 80—82 quere Schuppenreihen (bis zum Beginne der Caudale). Auf der Schwanzflosse durchbohrt die Linea lateralis noch c. 15 Schuppen.

Die grössten Rumpfschuppen liegen unterhalb der Seitenlinie im vordersten Theile des Rumpfes.

Die grauviolette Grundfarbe des Rumpfes wird gegen den Bauchrand hinab etwas heller. Die Dorsale, Anale und Caudale sind dunkler gefärbt als die obere Rumpfhälfte. Der äussere Rand der Ventralen ist hell gesäumt.

Länge des beschriebenen, leider nicht besonders gut erhaltenen Exemplares: 11 Zoll.

$$\text{D. } 11/18\text{—}19. \text{ A. } 3/8. \text{ P. } 18. \text{ L. l. c. } 60\text{—}63. \text{ L. tr. } \frac{14}{\frac{1}{23}}.$$

Smaris melanurus C. V.

Ein Exemplar von 28^{cm} Länge, von Herrn Höfler in Gorée eingesendet.

$$\text{D. } 12/17. \text{ A. } 3/16. \text{ L. lat. } 73\text{—}74. \text{ L. tr. } \frac{9}{\frac{1}{13}}.$$

Die grösste Rumpfhöhe ist $2^3/_5$ mal, die Kopflänge kaum weniger als 4 mal in der Körperlänge, der Augendiameter $3^3/_5$ mal, die Schnauzenlänge fast $3^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten und der Stirnbreite gleich.

Die obere Profillinie des Kopfes ist schwach concav und erhebt sich steiler bis zum Ende des Hinterhauptes als die Nackenlinie bis zum Beginne der Dorsale ansteigt.

Die weit vorstreckbare Mundspalte steigt ziemlich stark nach vorne und oben an und ist c. $2^1/_2$ mal länger als breit; die Mundwinkel fallen bei geschlossenem Munde unter den vorderen Augenrand, und die kräftigen Oberkiefer liegen vollständig unter den 2 ersten grossen Knochenplatten des Augenringes verborgen. Bei geschlossenem Munde überragt ferner der obere Mundrand ein wenig den Rand des Unterkiefers. Die äusserst zarten spitzen Zähne des Zwischen- und Unterkiefers bilden nur schmale Binden.

Drei Schuppenreihen liegen unter und hinter dem Auge auf den Wangen in der Richtung gegen die untere äusserst schwach entwickelte Randleiste und die Winkelgegend des Vordeckels; doch ist die oberste dieser Schuppenreihen fast ganz überhäutet. Der ziemlich breite Randtheil des Präoperkels ist nur zunächst der Vorleiste beschuppt.

Die Schuppen am Kiemendeckel und am Unterdeckel sind viel grösser als die der Wangengegend, die Schuppen am Zwischendeckel nehmen gegen das vordere Ende desselben allmälig an Grösse ab.

Die Stirne und Schnauze, die Kiefer und die Knochen des Augenringes sind schuppenlos.

Die Stacheln der Dorsale sind schlank, doch deutlich heteracanth; sie nehmen bis zum sechsten rascher an Höhe zu, als die folgenden Stacheln bis zum letzten an Höhe abnehmen. Der höchste, 6. Stachel erreicht nicht ganz die Hälfte einer Kopflänge. Die Zahl der Gliederstrahlen beträgt bei dem uns zur Beschreibung vorliegenden Exemplare 17; der 1. Gliederstrahl ist ein wenig höher als der vorangehende Stachel, die übrigen nehmen bis zum letzten, der bis auf den Grund gespalten ist, allmälig und ganz gleichförmig an Höhe ab; Dr. Günther fand bei den Exemplaren des britischen Museums nur 15 Gliederstrahlen in der Dorsale.

Die Pectorale ist sehr lang, schlank und zugespitzt, c. $3^1/_5$ mal in der Körperlänge enthalten und 2mal so lang wie die Ventrale.

Die Spitze der Brustflossen fällt in verticaler Richtung über die Analmündung, somit ein wenig vor den Beginn der Anale. Von den 3 Analstacheln ist der mittlere am längsten, c. $2^5/_6$ mal in der Kopflänge enthalten und der dritte etwas kürzer als der folgende Gliederstrahl. Die Analstacheln sind im Verhältnisse zu ihrer geringen Länge merklich stärker als die Stacheln der Dorsale. Der letzte Gliederstrahl der Anale wie der Dorsale gleicht an Höhe c. $^1/_5$ der Kopflänge. Eine niedrige Schuppenscheide umhüllt die Basis der ganzen Rückenflosse und eine etwas höhere die der Afterflosse; eine lange schmale Flügelschuppe liegt über der Basis des Ventralstachels. Die Caudale ist vollständig mit Schuppen bedeckt und am hinteren Rande sehr tief dreieckig eingebuchtet. Die beiden Lappen der Flosse sind schlank, zugespitzt; der obere ist ein wenig länger als der untere und nicht ganz um einen Augendiameter länger als der Kopf.

Die Höhe des Schwanzstieles beträgt $^1/_3$ der Kopflänge oder ist c. $4^2/_3$ mal in der grössten Rumpfhöhe enthalten.

Die Seitenlinie durchbohrt bis zum Beginne der Caudale 73—74 Schuppen (nach Dr. Günther nur 66 bei den Exemplaren des britischen Museums) und mindestens noch 15 auf der Schwanzflosse, auf letzterer steigt die Seitenlinie ein wenig nach hinten und oben an.

Neun horizontale Schuppenreihen liegen zwischen dem Beginne der Dorsale und der Seitenlinie und 13 zwischen letzterer und dem Beginne der Ventrale.

Die Körperfärbung ist in der oberen Rumpfhälfte bläulich-silbergrau, in der unteren nach allmäligem Übergange hell silberweiss. Ein hell goldgelber Streif liegt in der Mitte der einzelnen horizontalen Schuppenreihen über der Seitenlinie. Der schwärzliche Fleck am Schwanzstiele wird eigentlich nur durch die dunkle Umrandung der daselbst gelegenen Schuppen gebildet. Ein schmaler quergestellter, tiefschwarzer Fleck an der Basis der oberen Pectoralstrahlen nach aussen, und ein viel grösserer rundlicher an der Hinterseite sämmtlicher Brustflossenstrahlen an und zunächst deren Basis. Die grössere vordere Hälfte der Caudale ist schmutzig gelb, der Randtheil derselben wässerig rauchgrau. Die äusseren Strahlen der Ventrale sind wässerig bleifarben, die innere gelblichweiss. Die Stirne und Schnauze zeigen eine bläulichschwarze Färbung.

Cantharus lineatus Flem.

Ein Exemplar aus Gorée, durch Herrn Höfler.

Sechs Schuppenreihen auf den Wangen. Suborbitalring über den Mundwinkeln eingebuchtet und nicht höher als bei Exemplaren aus der Adria. Leibeshöhe bei einer Totallänge von nicht ganz 27^{cm} unbedeutend mehr als 8^{cm}. Acht nicht scharf abgegrenzte dunkle Querbinden und zahlreiche goldbraune Längsstreifen am Rumpfe.

L. l. 70—75.

Sargus vulgaris Geoff.

Ein vortrefflich erhaltenes Exemplar von seltener Grösse (11 Zoll lang), durch Herrn Höfler aus Gorée eingesendet.

Grösste Rumpfhöhe nicht ganz $2^1/_4$ mal, Kopflänge etwas mehr als $3^1/_3$ mal in der Körperlänge, Augendiameter $3^2/_3$ mal, Stirnbreite weniger als 3 mal, Schnauzenlänge (bis zur Spitze der vorderen, stark vorspringenden Schneidezähne des Zwischenkiefers gemessen) fast $2^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Pectorale um mehr als die Hälfte eines Augendiameters länger als der Kopf, Länge der Ventralen c. $1^3/_4$ mal in der der Pectoralen begriffen.

Am hinteren Ende der Zahnbinde des Zwischenkiefers bilden die Molarzähne 3 Reihen, im Unterkiefer aber wie gewöhnlich nur 2 Reihen.

8 schief gestellte, nur mässig breite Schneidezähne im Zwischen- und Unterkiefer. Stirne zwischen den vorderen Augenrändern schwach höckerförmig aufgetrieben. Das stark entwickelte Präorbitale steht an Höhe der Augenlänge nicht bedeutend nach und deckt zugleich mit dem nach hinten folgenden 2. ebenso hohen, aber viel kürzeren Orbitale bei geschlossenem Munde den Oberkiefer vollständig.

Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung unter den Vorderrand des Auges. Hintere Narinen schlitzförmig, schief gestellt; vordere Narinen viel kleiner, oval.

Die schwärzliche Nackenbinde übertrifft an Breite ein wenig die Länge des Auges. Die Schwanzbinde ist vorne halbmondförmig ausgebuchtet und zieht sich nach vorne und oben fast bis zum Beginne des gliederstrahligen Theiles der Dorsale, nach unten und vorne bis zur Längenmitte der Analflossenbasis. Die Gliederstrahlen der Anale wie der Dorsale sind am freien Rand ziemlich breit dunkelgrau-violett gesäumt. Grundfarbe des Rumpfes goldgelb.

Die Seitenlinie durchbohrt 59 Schuppen am Rumpfe und mindestens 6—7 auf der Caudale.

D. 11/15. A. 3/14. L. l. 59. L. tr. $\frac{6}{\frac{1}{11-12}}$ (bis zur V.).

Lethrinus atlanticus C. V.

D. 10/9. A. 3/8. L. l. 44 (bis z. Bas. d. Caud.). L. tr. $\frac{5}{\frac{1}{12^1/_2}}$.

Körperform stark gestreckt und comprimirt; Kopf nach vorne zugespitzt, mit langer Schnauze.

Die Kopflänge ist etwas mehr als 3 mal in der Körperlänge oder etwas weniger als 4 mal in der Totallänge, die grösste Rumpfhöhe $2^3/_5$ mal in der Körperlänge oder c. $3^1/_3$ mal in der Totallänge, der Augendiameter 4 mal, die Schnauzenlänge etwas weniger als 2 mal, die Stirnbreite mehr als $4^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die grösste Höhe des Präorbitale erreicht $1^1/_2$ Augenlängen.

Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung unter den vorderen Rand der hinteren Narinen und die ganze Länge der Mundspalte erreicht c. $^3/_{11}$ der Kopflänge.

Am vorderen Ende der Zwischenkiefer liegen jederseits 2 mässig starke, unter sich fast gleich lange Hundszähne, auf welche unmittelbar nach hinten eine Binde sehr zarter Spitzzähne folgt, die sich auch über den Seitenast der Zwischenkiefer fortsetzt, daselbst aber nach Aussen eine Reihe kräftiger konischer Zähne zeigt. Gegen die Mundwinkel zu werden diese konischen Zähne allmälig gedrungener, an der Spitze stumpfer und nehmen zuletzt eine fast eiförmige Gestalt an, werden aber zugleich kürzer. Ebenso verhält es sich mit den Zähnen der Aussenreihe an den Seiten des Unterkiefers, während am vorderen Ende des Unterkiefers bei den mir zur Beschreibung vorliegenden Exemplaren die beiden äusseren Hundszähne in der Regel viel kräftiger und länger als die beiden inneren sind. Hinter diesen Hundszähnen liegt wie ein Zwischenkiefer eine Binde zarter Spitzzähne.

Die Stirne ist querüber nur sehr schwach gewölbt und steht an Breite der Länge des ovalen Auges ein wenig nach.

Der lange aufsteigende Ast des Vordeckels ist geradlinig und nur schwach nach vorne und unten geneigt, der Vordeckelwinkel stark gerundet, der untere Rand desselben Knochens nahezu horizontal gelegen. Das ganze Randstück des Präoperkel zeigt eine zarte Streifung.

Der Kiemendeckel ist schmal, mindestens 2 mal so hoch als lang und an seiner breitesten Stelle mit 6—7 Schuppenreihen bedeckt. Der hintere obere Deckelrand endigt in zwei stumpfe Vorsprünge, zwischen welchen er halbmondförmig eingebuchtet erscheint.

Die hintere Narinenmündung ist oval und liegt nahe dem vorderen Augenrande; die vordere viel kleinere und runde Narinenöffnung trägt am hinteren Rande ein kleines Hautläppchen und liegt ebenso weit von der hinteren Narine entfernt wie diese von dem Auge. Die obere Kopflinie erhebt sich rasch und fast ohne Krümmung bis zur Nackengegend.

Die Dorsalstacheln sind ziemlich kräftig, heteracanth, der 4. höchste Stachel erreicht nicht ganz die Länge der Schnauze. Der letzte Dorsalstachel ist ebenso hoch wie der 3., circa ebenso lang wie $^1/_3$ des Kopfes und nicht sehr bedeutend kürzer als der folgende Gliederstrahl. Der 6. längste getheilte Strahl der Dorsale erreicht nahezu die Höhe des 4. Dorsalstachels, und über den 3 letzten Gliederstrahlen ist der Rand der Dorsale stark oval gerundet.

Die 3 kräftigen Analstacheln nehmen bis zum letzten rasch an Höhe zu; der 3. ist 2 mal so lang wie der 1. und etwas kürzer als der letzte Dorsalstachel. Der 1. Gliederstrahl der Anale ist etwas weniger als $2^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten und der höchste Strahl der Flosse, die folgenden Strahlen nehmen bis zum vorletzten sehr wenig an Höhe ab. Der untere Rand der Anale ist daher gleichmässig gerundet, schwach convex und nur über dem letzten Strahle, der bis auf den Grund gespalten ist, etwas stärker (nach oben) gekrümmt.

Der hintere Rand der Caudale zeigt eine dreieckige Einbuchtung und der obere Caudallappen ist bei den zur Beschreibung vorliegenden Exemplaren nicht bedeutend länger und stärker nach hinten zugespitzt als der untere Lappen.

Die Länge der Pectorale gleicht der des oberen Caudallappens oder steht der des Kopfes circa um eine halbe Augenlänge nach; die Spitze derselben fällt in verticaler Richtung ein wenig vor den Beginn der Anale und reicht nicht viel weiter zurück als die der Ventrale. Letztere Flosse ist um etwas mehr als eine Augenlänge kürzer als der Kopf; der 1. Gliederstrahl der Ventrale endigt in einen kurzen Faden, der Ventralstachel ist schlank und eben so lang wie der 4. Dorsalstachel.

Die Seitenlinie ist etwas schwächer gebogen als die Profillinie des Rückens und durchbohrt bis zum Beginne der Caudale 44 Schuppen, auf letztgenannter Flosse überdies noch c. 4—5 Schuppen.

Sämmtliche Körperschuppen sind am freien Rande deutlich gezähnt. Die grössten Rumpfschuppen liegen im vorderen Drittel des Rumpfes fast in der Höhenmitte desselben. Eine lange, schmale, stark zugespitzte Flügelschuppe über der Basis des Ventralstachels und eine breitere zwischen den beiden Ventralen. Die Caudale ist circa im vordersten Drittel ihrer Länge dicht beschuppt. Die Schuppenscheide an der Basis der Anale ist im vorderen Theile der Flosse sehr niedrig, nimmt aber gegen den letzten Strahl ein wenig an Höhe zu.

Auf den 4—5 obersten Schuppenreihen des Rumpfes liegt im mittleren Theile jeder Schuppe ein deutlich abgegrenzter runder oder ovaler himmelblauer Fleck; auf den übrigen Schuppenreihen zeigt sich eine mehr oder minder schmale dunkle Umrandung der einzelnen Schuppen, die am schärfsten im ganzen vorderen Theile des Rumpfes von der Seitenlinie bis in die Nähe der Bauchgegend ausgeprägt ist, während fast der ganze übrige Theil der Schuppen eine glänzend silbergraue (im Leben vielleicht bläuliche) Färbung zeigt. Die Bauchseite des Rumpfes von den Ventralen bis zur Caudale und die Seiten des Rumpfes zunächst über der Anale ist hell rosenroth.

Die unbeschuppten oberen und seitlichen Theile des Kopfes sind von schmutzig grauvioletter oder olivengrüner Färbung. Die Unterseite des Kopfes ist intensiv gelb, die Mundhöhle rothgelb gefärbt. Der unterste Theil der Dorsale und der oberste der Anale ist röthlichgelb; am Vorderrande jedes Gliederstrahles der Dorsale zieht sich ein kurzer dunkelvioletter Streif circa bis zur Höhenmitte der Flosse hinan. Nur auf den 5—6

letzten Gliederstrahlen derselben Flosse zeigt sich zuweilen eine deutliche Spur dunkler Flecken in schrägen Reihen.

Das von Freih. v. Maltzan eingesendete Exemplar ist etwas mehr als 11 Zoll lang und vortrefflich erhalten. Vier Exemplare von Gorée, durch Herrn Höfler.

Pagrus auriga Val.

$$D.\ 11/10-11.\ A.\ 3/8.\ L.\ l.\ 50.\ L.\ tr.\ \frac{7}{\frac{1}{14-15}}.$$

Zwei Exemplare, von Gorée und Rufisque, 20 und $26^1/_2$ cm lang.

Grösste Rumpfhöhe unbedeutend mehr als 3mal, Kopflänge c. $4^1/_4$ mal in der Totallänge, Augendiameter $3^1/_2$—4mal in der Kopflänge enthalten.

Die grösste Höhe des Kopfes ist bedeutend beträchtlicher als die Länge desselben. Das 1. und 2. vorderste Suborbitale bilden zusammen ein Viereck, dessen Länge $2^3/_4$—$2^3/_5$ mal und dessen Höhe $3^1/_2$ bis etwas mehr als $3^1/_3$ mal in der Kopflänge begriffen ist.

Seitlich liegen im Zwischen- und Unterkiefer 2 Zahnreihen, die 3—4 vordersten Zähne der Aussenreihe sind konisch mit breiter Basis, die übrigen wie sämmtliche Zähne der inneren Reihe rundlich.

7—9 Schuppenreihen auf den Wangen bis zum Winkel der Vordeckelleiste.

Die vordere Längenhälfte der Stirne, Schnauze und die Knochen des Augenringes sind schuppenlos.

Die Höhe des 3. längsten Dorsalstachels ist bei dem grösseren der beiden Exemplare von Senegambien der Höhe des Rumpfes gleich. Der ganze Rumpf und die Gliederstrahlen der Anale sind bei eben diesem Exemplare mit blauen Flecken ziemlich dicht gesprenkelt; bei dem kleineren Individuum fehlen diese Flecken, dagegen zeigt der Rumpf vier bräunliche Querbinden, von denen die 2. am breitesten ist.

Pagellus erythrinus sp. Lin.

Ein Exemplar, $8^1/_3$ Zoll lang, aus Gorée (durch Herrn Höfler).

Die dunkel rosenrothe Grundfarbe der oberen Rumpfhälfte setzt sich in 4—5 querbindenförmigen Ausläufern auf die untere Leibeshälfte fast bis auf die Bauchseite herab fort. Einzelne kleine himmelblaue Fleckchen in der oberen Rumpfhälfte. Eine blaue Binde zwischen den Augen auf der Stirne. Zwei Reihen von Molarzähnen in beiden Kiefern.

Rumpfhöhe etwas mehr als $3^1/_2$ mal, Kopflänge nahezu 4mal in der Totallänge, Augendiameter $3^1/_3$ mal, Schnauzenlänge unbedeutend mehr als 3mal, Stirnbreite fast $3^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Eine seichte Einbuchtung am unteren Rande der Knochen des Augenringes über dem hinteren Ende des Oberkiefers. Höhe des Präorbitale $^4/_5$ einer Augenlänge gleich. 2.—6. Stachel der Dorsale in eine dünne biegsame Spitze endigend. 3. und 4. höchster Dorsalstachel c. $1^4/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

$$L.\ lat.\ 58.\ L.\ transv.\ \frac{6}{\frac{1}{12-13}}\ \text{(bis z. Bas. d. P.)}$$

Chaetodon Hoefleri n. sp.

$$D.\ 11/22-24.\ A.\ 3/18.\ L.\ tr.\ \frac{7}{\frac{1}{15}}.$$

Schnauze mässig vorgezogen, ebenso lang wie das Auge, dessen Durchmesser $^1/_3$ der Kopflänge erreicht. Letztere ist genau oder nahezu 4mal, die Rumpfhöhe) nach oben bis zum Ende der grossen Schuppenreihen gemessen, von denen die zwei letzten obersten bereits über der Basis der Dorsalstacheln liegen) nahezu 2—$2^3/_4$ mal in der Totallänge enthalten. Der aufsteigende Vordeckelrand ist nahezu vertical gestellt und bildet mit dem unteren Rande desselben Knochens einen rechten Winkel.

Der gliederstrahlige Theil der Dorsale und der Anale ist nach hinten gerundet, die Caudale am hinteren Rande fast vertical abgestutzt, der 1. längste Gliederstrahl der Ventrale in eine fadenförmige Spitze ausgezogen, unbedeutend länger als die Pectorale und nur wenig kürzer als der Kopf.

Die Stacheln der Dorsale und der Anale sind sehr kräftig, comprimirt. Der höchste 4. und 5. Stachel erreichen c. 1 Kopflänge mit Ausschluss der Schnauze.

Vier braune Querbinden am Kopfe und Rumpfe. Die vorderste, schwach gebogene Querbinde beginnt oben an der Basis des 1. Dorsalstachels, nimmt bis zum oberen Augenrande allmälig an Breite zu und von dem unteren Augenrande bis zum unteren Rande des Zwischendeckels, an dem sie endigt, an Breite ab.

Die 2. Querbinde beginnt von dem 3.—6. Dorsalstachel und endigt an der Basis des untersten Pectoralstrahles, sie ist fast ihrer ganzen Längenausdehnung nach von gleicher Breite und c. $1\frac{1}{2}$ mal so breit wie die 1. Binde am oberen Augenrande. Die 3. Querbinde ist schwach verkehrt *S*-förmig gebogen und zieht von den zwei letzten Dorsalstacheln fast bis zur Basis der Anale herab. Die letzte, 4. Querbinde des Rumpfes kreuzt den Schwanzstiel und zieht sich nach oben und vorne auf den gliederstrahligen Theil der Dorsale und nach unten auf den der Anale weit fort. Freier Rand der Dorsale und Anale hell gesäumt, vor diesem eine schwärzliche Linie. Die Caudale trägt fast in der Mitte ihrer Länge eine halbmondförmige hellbraune Querbinde, welche nach vorne convex ist. Ventralen zunächst der Basis röthlichgelb, nach hinten zu hell perlgrau.

Ein hell goldgelber Fleck liegt auf fast jeder Rumpfschuppe zwischen der 2. und 3. Leibesbinde und entspricht seiner Ausdehnung nach der Grösse der einzelnen Schuppen.

Von der Höhe der Pectorale angefangen bis in die Nähe des Bauchrandes herab sind diese Flecken stark in die Länge gezogen und bilden regelmässige, fast zusammenhängende Längsstreifen, während sie weiter nach oben eine kreisrunde Form annehmen. Die Grundfarbe des Rumpfes ist bei Weingeistexemplaren matt bräunlichgelb. Zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der Caudale liegen c. 42—44 Schuppen in einer Längsreihe.

Gegen den Schwanzstiel zu nehmen die Rumpfschuppen rasch an Grösse ab, minder bedeutend gegen den Bauchrand zwischen den Ventralen und der Anale.

Zwei Exemplare von 5 und 6 Zoll Länge aus Gorée, durch Herrn Höfler.

Nächstverwandte Art: *Chaetodon striatus* Lin.

Dactylopterus volitans sp. Lin.

Zwei Exemplare von Gorée, durch Herrn Höfler. Das grössere der beiden Exemplare ist 49^{cm} lang; die Stirnbreite ist bei demselben mehr als $3\frac{3}{4}$ mal in der Kopflänge enthalten und bedeutend geringer als die Länge des Vordeckelstachels.

Scorpaena senegalensis n. sp.

Körperform ziemlich gestreckt wie bei *Scorpaena scrofa.* Zahlreiche gefranste Hautläppchen am Kopfe und Rumpfe; von den zwei längeren am oberen Augenrande ist das hintere stark verästelt und von bedeutender Höhe. Eine kleine, aber tiefe, dreieckige Grube unter dem vorderen Theile des unteren Augenrandes. Rumpfschuppen glatt, am hinteren Rande häutig. Am Kopfe sind die Wangen, ferner der grössere untere und der obere Theil des Kiemendeckels und der häutige Lappen zwischen und hinter den Stacheln des Deckels beschuppt. Grube am Hinterhaupte viereckig, breiter als lang. Stirne halbrinnenförmig tief ausgehöhlt, jederseits seitlich mit zwei stumpfen, schwach entwickelten Leisten, die nach hinten convergiren; am hinteren Ende der Stirne zwei starke Stacheln vor der Hinterhauptsgrube. Drei Stacheln am oberen erhöhten Augenrande.

Die grösste Rumpfhöhe ist 4 mal, die Kopflänge bis zur Spitze des stark entwickelten Lappens, der hinter den beiden Operkelstacheln ganz beschuppt ist, 3 mal in der Totallänge, die Länge der Schnauze etwas mehr als $3\frac{1}{2}$ mal, der längere Durchmesser des Auges $5\frac{1}{4}$ mal, die Stirnbreite $5\frac{2}{3}$ mal in der Kopflänge enthalten. Zahnbinde am Vomer äusserst schmal *V*-förmig; Binde der Gaumenzähne ziemlich kurz, nach vorne an Breite zunehmend. Vier Stacheln am hinteren gerundeten Rande des Vordeckels, gegen den obersten an Länge

zunehmend, welcher an seiner Basis einen Nebenstachel trägt. Bewaffnung der Suborbitalknochen wie bei *Sc. Plumieri* Bl., Schn.

Pectorale sehr stark entwickelt, ein wenig länger als der Kopf mit Ausschluss der Schnauze. 2. und 3. Analstachel nahezu gleich lang, und nur ganz unbedeutend kürzer als der höchste 4. und 5. Dorsalstachel, welche etwas mehr als $2^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten sind. Die längsten mittleren Gliederstrahlen der Anale erreichen $^4/_7$, die längsten mittleren der Dorsale kaum $^4/_9$ der Kopflänge. Die längsten Strahlen der Ventralen sind nur wenig kürzer als die der Anale, die Caudale um etwas mehr als eine halbe Augenlänge kürzer als die Pectorale.

Die Seitenlinie durchbohrt nur 25—26 Schuppen (wie bei *Sc. Plumieri*), zwischen diesen liegen aber einige undurchbohrte Schuppen, und c. 38—39 Schuppen über der Schuppenreihe der Seitenlinie zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Caudale in gerader Linie (gegen 43—45 bei *Sc. Plumieri* Bl., Schn.). Zeichnung des Rumpfes, der Dorsale, Caudale und der Vorderseite der Pectorale wie bei *Sc. Plumieri*, dagegen ist die ganze Hinterseite der Pectorale mit Einschluss der Achselgegend mit grösseren und kleineren, intensiv braunen ovalen Flecken besetzt, welche die schmutzig grauweissliche Grundfarbe grösstentheils bis auf ein maschenförmiges Netz verdrängen, während bei *Sc. Plumieri* die basale Hälfte der Hinterseite der Pectorale auf schwarzbraunem Grunde ziemlich kleine weisse Flecken in mässiger Anzahl trägt und die hintere Hälfte derselben Flosse wässerig schwarzbraun und ganz ungefleckt ist.

Die Ventrale ist bei *Sc. senegalensis* gelblich, an der Unter- wie an der Oberseite in der grösseren vorderen Hälfte ungefleckt, in der hinteren kleineren Hälfte mit ovalen braunen Flecken geziert, die minder dicht an einander gedrängt und minder intensiv gefärbt sind als die Flecken an der Hinterseite der Pectoralen.

An der stacheligen Dorsale ist kein schwarzer Fleck bemerkbar (übrigens vermisse ich denselben auch bei einem Exemplare von *Sc. Plumieri*, welches mir zum Vergleiche vorliegt).

P. 19. D. 11. $\left|\frac{1}{10}\right.$. A. 3/5. Sq. lat. c. 38—39. L. lat. 25—26.

Länge des beschriebenen Exemplares von Rufisque (durch Freih. v. Maltzan): $13^1/_3$ Zoll.

Abgesehen von den Abweichungen in der Zeichnung der Pectorale und der Ventrale, die übrigens vielleicht von keiner besonderen Bedeutung für die Artunterscheidung sein dürften, ist die Grube unter dem vorderen Augenwinkel bei *Sc. senegalensis* viel kleiner doch ebenso tief wie bei *Sc. Plumieri*, welche Art der hier beschriebenen am nächsten steht.

Trigla lineata Lin.

Das von Herrn Höfler eingesendete Exemplar von nahezu 10 Zoll Länge zeigt an den Seiten des Rumpfes 6 sehr grosse schwarzbraune Flecken mit ausgezackten Rändern; zwischen diesen Flecken ist der Rumpf unterhalb der Seitenlinie mennigroth. Die Pectorale ist an der Aussenfläche, mit Ausnahme des basalen roth gefärbten Theiles, hell blaugrau und unregelmässig schwarzbraun gebändert; eine ähnliche Färbung zeigen die Seiten des Kopfes, welche unregelmässig schwarzbraun gefleckt sind.

Die Hinterseite der Pectorale ist am oberen Rande blau gesäumt, mit Ausnahme der 3 unteren mit den übrigen Flossenstrahlen durch Haut verbundenen und der 3 letzten freien Strahlen bläulichschwarz und mit ovalen blauen, scharf abgegrenzten Flecken geziert; die übrigen Strahlen sind roth und schwarzbraun gefleckt. Caudale im vorderen Drittel auf rothem Grunde schwarzbraun gefleckt und am hinteren Rande breit röthlichgelb gesäumt; Rest der Flosse schwarzbraun.

5 Stacheln am oberen Theile des vorderen Augenrandes.

Kopflänge c. $4^3/_4$ mal, Rumpfhöhe etwas mehr als $6^2/_5$ mal, Länge der Pectorale fast $2^3/_4$ mal in der Totallänge, Augendiameter c. $3^3/_4$ mal, geringste Stirnbreite $6^1/_4$ mal, Kopfhöhe $1^2/_5$ mal, Schnauzenlänge 3 mal in der Kopflänge enthalten.

D. 10/16. A. 16. L. l. 65.

Galeoides polydactylus sp. Vahl.

Vier kleine Exemplare in der Sammlung des Freih. v. Maltzan aus den Sümpfen bei Rufisque und ein grosses Exemplar von Gorée durch Herrn Höfler.

Corvina nigra C. V.

Ein grosses Exemplar von nahezu 15 Zoll Länge von Gorée durch Herrn Höfler.

D. $10 \left| \frac{1}{24} \right.$. A. 2/8. L. lat. 54 (+ c. 40 auf d. Caud.). L. trans. c. 9—10/1/c. 18.

Körperform gestreckt, stark comprimirt. Die Kopflänge gleicht der grössten Rumpfhöhe und ist 3mal in der Körperlänge oder mehr als $3^5/_6$ mal in der Totallänge, der Augendiameter 5mal, die Stirnbreite $4^3/_5$ mal, die Schnauzenlänge etwas mehr als 3mal in der Kopflänge enthalten.

Die stark gewölbte Schnauze ragt ein wenig stumpfnasenförmig über die Mundspalte vor und der Unterkiefer wird ringsum von dem Rande des Zwischenkiefers bei geschlossenem Munde umfasst. Am vorderen Abfall der Schnauze liegen zwei Reihen von Gruben und zwischen den grossen Gruben der unteren Reihe endigt der vordere Schnauzenrand in Läppchen.

Die Zahnbinde des Zwischenkiefers ist etwas breiter als die des Unterkiefers und enthält zugleich etwas stärkere Zähne als die des letzteren, insbesondere in der Aussenreihe. Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung nur wenig vor die Augenmitte. Der Oberkiefer liegt bei geschlossenem Munde vollständig unter den grossen unteren Augenrandknochen verborgen, deren grösste Höhe nahezu eine Augenlänge erreicht.

Die hintere Narine ist länglich und viel grösser als die vordere. Der Abstand der Narinen einer Kopfseite von einander ist sehr gering und die Entfernung der hinteren Nasenöffnung vom Auge ist ebenso gross als die Länge dieser Narine.

Der hintere Rand des Vordeckels ist vertical gestellt und gleichmässig fein gezähnt, der hintere Vordeckelwinkel ein rechter. Die beiden Spitzen am hinteren Rande des Kiemendeckels sind sehr klein, äusserlich kaum bemerkbar.

Die Stacheln der Dorsale sind schlank, der 5. höchste Stachel ist etwas mehr als $1^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten, der vorangehende 4. Stachel nur wenig kürzer als der 5., die folgenden nehmen bis zum letzten Stachel rasch und gleichförmig an Höhe ab; die erste Dorsale endigt daher nach oben stark zugespitzt.

Die Gliederstrahlen der 2. Dorsale nehmen bis zum 14. allmälig an Höhe zu, welche an diesem Strahle circa der Hälfte der Kopflänge gleichkommt; die nächstfolgenden 4—5 Strahlen sind unter sich nahezu gleich hoch, die übrigen nehmen von dem 19. Strahle bis zum letzten rasch an Höhe ab.

Die Länge der Pectorale ist c. $1^3/_5$ mal, die der Ventrale $1^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der erste Analstachel ist äusserst kurz, doch kräftig, der 2. lang, sehr stark und fast halb so lang wie der Kopf, während der erste Gliederstrahl der Anale nur um eine Schnauzenlänge kürzer als der Kopf ist.

Die Gliederstrahlen der Anale sind wie die 2. Dorsale an der Basis stark überschuppt.

Die Caudale ist um eine halbe Schnauzenlänge kürzer als der Kopf und am hinteren Rande in der unteren Hälfte mässig convex, in der oberen sehr schwach concav.

Kopf und Rumpf dunkel rothbraun mit Metallglanz, Rumpfschuppen an der Basis mit einem dunkleren Flecke. Ventrale und Anale nahezu schwarz, die übrigen Flossen schwärzlich violett.

Durch die auffallend schlanke Körperform und die theilweise Rundung der Caudale am hinteren Rande unterscheidet sich das hier beschriebene Exemplar nicht unbedeutend von den zahlreichen eben so grossen Exemplaren derselben Art, welche das Wiener Museum aus dem Mittelmeere besitzt. Bei jüngeren Individuen aus der Adria und dem Mittelmeere ist übrigens die Caudale in der Regel am hinteren Rande convex.

Scomber colias L.

Ein stark beschädigtes Exemplar von Rufisque.

Echeneis naucrates L.

Ein Exemplar, 54cm. lang, von Rufisque (durch Freiherrn v. Maltzan).

D. 34/38. A. 37. P. 22.

Kopflänge bis zur Kiemenspalte 5mal in der Körperlänge oder c. $5^3/_5$ mal in der Totallänge, Länge der Scheibe $4^3/_4$ mal in der Totallänge, Schnauzenlänge bis zum vorderen vorspringenden Ende des Unterkiefers gemessen 2mal, Augendiameter $7^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Kopfscheibe ist nicht ganz 2mal so lang wie die Kopfbreite zunächst der Pectoralen und c. $2^2/_5$ mal länger als breit.

Die Breite der Mundspalte zwischen den Mundwinkeln steht der Länge des Unterkiefers nur um eine halbe Augenlänge nach.

Die Zahnbinde auf der Zunge ist stark entwickelt, birnförmig und verschmälert sich nach hinten. Die enorm grosse Zahnbinde am Vomer und Gaumen endigt nach hinten in zwei Hörner. Die Pectorale gleicht der Ventrale an Länge und ist c. $1^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die lange Dorsale ist am oberen Rande gelb gesäumt, und zwar am breitesten über den höchsten Dorsalstrahlen; gegen das hintere Ende der Flosse ist dieser helle Saum fast nur linienförmig. Der höchste 6. Dorsalstrahl erreicht c. $^2/_5$ einer Kopflänge.

Die oberen und unteren Randstrahlen der Caudale überragen ein wenig den convexen hinteren Rand der übrigen Caudalstrahlen.

Die dunkle Seitenbinde des Kopfes ist nur am unteren Rand, und zwar breit gesäumt und verschwindet hinter der Basis der Pectorale.

Caranx rhonchus Geoffr.

Mehrere Exemplare von Rufisque durch Freiherrn v. Maltzan, ausnahmslos sehr stark beschädigt.

$$D.\ 8 \left| \frac{1}{27-29} \right| I.\quad A.\ 2 \left| \frac{1}{24-26} \right| I.\quad L.\ l.\ c.\ 26.$$

Kopflänge $3^1/_2$—$3^1/_3$ mal, Leibeshöhe c. $3^2/_3$—$3^2/_5$ mal in der Körperlänge, Augendiameter c. 4mal, Schnauzenlänge etwas mehr als 3mal, Stirnbreite ein wenig mehr als $3^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Zwischen- und Unterkieferzähne bilden nur vorne 2—3 Reihen; sie sind klein, spitz, und vorne im Zwischenkiefer etwas länger als am Unterkiefer. Zähne auf der Zunge, am Vomer und Gaumen, wahrscheinlich nur einreihig.

Das hintere Ende des Oberkiefers fällt in verticaler Richtung ein wenig hinter den vorderen (knöchernen) Augenrand. Eine breite, opake Fetthaut umhüllt das Auge am vorderen und hinteren Drittel seiner Längenausdehnung und zieht sich hinter dem Auge bis zum hinteren Rande des Vordeckels hin.

Der hintere Winkel des Präoperkels ist stark bogenförmig gerundet, der hintere Rand desselben vertical gestellt.

Die vordere grössere Längenhälfte der Seitenlinie ist im Ganzen nicht sehr stark gebogen, läuft jedoch nur bis gegen das Basisende der ersten Dorsale parallel zur Rückenlinie und krümmt sich hierauf bedeutender abwärts als letztere. Beiläufig unter dem 13. oder 14. Strahl der 2. Dorsale beginnt der horizontal liegende Theil der Seitenlinie, welche ein wenig vor wie hinter dem Ende der 2. Dorsale (in verticaler Richtung) die höchsten und am stärksten gekielten Platten trägt. Mit Einschluss des gebogenen vorderen Theiles der Seitenlinie liegen c. 76 Schuppen längs dem Seitencanale, c. 26 derselben sind deutlich gekielt und bedornt.

Der letzte Strahl der 2. Dorsale und der Anale ist bedeutend weiter von dem vorletzten Strahle entfernt als dieser von dem ihm vorangehenden und zugleich auch fast 2mal höher, doch nicht vollständig isolirt, sondern durch einen niedrigen Hautsaum mit dem vorletzten Strahle verbunden.

Der vordere erhöhte Theil der 2. Dorsale ist an der Spitze intensiv gelb, und unter dieser schwärzlich.

Der Unterkiefer springt nach vorne in kaum bemerkenswerther Weise über den Zwischenkiefer vor und zeigt daselbst eine kleine knopfförmige Anschwellung.

Caranx goreensis C. V. sp.

Drei Exemplare von Gorée (durch Herrn Höfler), von Lagos (durch Salmin) und Rufisque (aus der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan).

D. 1/20. A. 1/19. L. lat. 10.

Bei dem von Herrn Höfler eingesendeten vortrefflich erhaltenen Exemplare von fast $16^1/_2$ Zoll Länge ist die grösste Rumpfhöhe fast genau 2mal, die Kopflänge $3^1/_4$ mal, die Kopfhöhe $2^1/_2$ mal in der Körperlänge (bis zum hinteren Ende der kurzen mittleren Caudalstrahlen gemessen), der Augendiameter 3mal in der Kopflänge enthalten.

Die Profillinie des Kopfes erhebt sich sehr steil bis zum Hinterhauptsende, ist nur unmittelbar vor den Augen schwach concav, unter denselben fast ganz ungekrümmt und über denselben am Hinterhaupte stärker convex. Die Nackenlinie steigt mässig bis zum Beginne der Dorsale an und ist der ganzen Länge nach schwach concav. Die Höhe des Schwanzstieles gleicht fast nur der Hälfte einer Augenlänge. Längs der langen Basis der Dorsale senkt sich die Rückenlinie viel rascher zum Schwanzstiele herab, als die schwach concave Nackenlinie zur Dorsale sich erhebt.

Die Mundspalte steigt mässig nach vorne an; das hintere freiliegende Ende des Oberkiefers fällt hinter den vorderen Augenrand, doch noch ziemlich weit vor die Augenmitte in verticaler Richtung. Die Kieferzähne sind sehr klein und bilden im Zwischenkiefer eine nach hinten bis zur Längenmitte desselben nicht unbedeutend an Breite zunehmende Binde, während im Unterkiefer die überhaupt schmälere Zahnbinde gegen den Mundwinkel gleichförmig rasch an Breite abnimmt. In beiden Kiefern sind die vorderen Zähne der Aussenreihe etwas länger als die übrigen.

Das zarte Präorbitale ist bedeutend höher als die Länge des Auges und am unteren Rande etwas kürzer als hoch; es bildet ein Dreieck mit stark gerundetem oberen Winkel.

Der Vordeckel ist c. 4mal höher als breit (lang), mässig nach vorne geneigt, und am hinteren Rande convex.

Das untere Ende des Kiemendeckels reicht circa bis zur Höhenmitte des Vordeckels herab und ist c. $2^1/_4$ mal höher als lang; seine Höhe ist fast nur $1^2/_5$ mal in der des Präoperkels enthalten, seine Länge dagegen nahezu $1^1/_2$ mal beträchtlicher als die des Vordeckels (an der breitesten Stelle des letzteren).

Ein länglicher schwarzer Fleck liegt im oberen Theile des hinteren Deckelrandes.

Die erste Dorsale fehlt spurlos. Der 1.—3. Gliederstrahl bilden einen langen, stark vorspringenden, sichelförmigen Lappen, der bei dem hier zu beschreibenden Exemplare wie bei dem von Cuvier und Valenciennes abgebildeten Individuum nicht vollständig erhalten ist.

Der von den ersten Gliederstrahlen der Anale gebildete schmale Lappen ist c. $1^4/_5$mal in der Kopflänge enthalten.

Die starke, säbelförmig gebogene Pectorale übertrifft den Kopf nahezu um einen Augendiameter an Länge und trägt an der Basis einen ziemlich grossen schwarzbraunen länglichen Fleck.

Die Ventrale erreicht nicht ganz eine halbe Kopflänge und ist c. $2^4/_5$ mal in der Länge der Pectorale enthalten.

Beide Caudallappen sind lang, schmal, stark zugespitzt; der untere ist etwas länger als der obere und, von dem Beginne der vordersten Stützstrahlen an gemessen, um einen halben Augendiameter länger als der Kopf.

Die Seitenlinie ist in der vorderen etwas kleineren Rumpfhälfte stark bogenförmig gekrümmt, und am Schwanzstiel mit 12 deutlich bedornten Platten besetzt.

Die Schuppen des Rumpfes sind äusserst klein, verhältnissmässig gross aber ringsum am Schwanzstiele und vor demselben in unmittelbarer Nähe der Seitenlinie.

D. 1/20. A. 1/18. V. 1/5. P. 19.

Bei dem zweiten Exemplare aus Lagos steigt bei einer Totallänge von $17^1/_2$ Zoll Länge die Nackenlinie bedeutend rascher an und fast ebenso rasch als die Rückenlinie längs der (2.) Dorsale sich senkt.

Der erste Gliederstrahl der Dorsale ist um einen Augendiameter länger als der Kopf, ebenso der entsprechende Strahl der Anale.

Von einem schwärzlichen Flecke an der Basis der Pectorale ist nicht die geringste Spur zu bemerken.

Die grösste Rumpfhöhe übertrifft bereits die Hälfte der Körperlänge (bis zum hinteren Rande der mittleren kürzesten Caudalstrahlen gemessen), die Kopflänge ist c. $3^1/_2$ mal, Kopfhöhe etwas mehr als $2^4/_5$ mal in der Körperlänge, der Augendiameter fast 4mal in der Kopflänge enthalten. Das Auge ist somit bei diesem Exemplare auffallend kleiner als bei dem erstbeschriebenen, nicht bedeutend kleineren Exemplare von Gorée.

An der Seitenlinie liegen in der Schwanzgegend nur 9 Schildchen, welche mit Dornen bewaffnet sind.

Schuppen am ganzen Schwanzstiele und zunächst vor demselben zunächst der Seitenlinie wie bei dem früher beschriebenen Exemplare verhältnissmässig sehr gross.

D. 1/20. A. 1/18.

Bei dem 3. grössten Exemplare von Rufisque (aus der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan), welches c. $20^1/_2$ Zoll lang ist, senkt sich die Rückenlinie minder rasch zur Caudale als bei dem Exemplare von Gorée und Lagos, und der Rumpf ist bedeutend gestreckter als bei letzteren.

Die grösste Rumpfhöhe ist $2^3/_{11}$ mal, die Kopflänge c. $3^1/_4$ mal, die Kopfhöhe unbedeutend weniger als 3mal in der Körperlänge (bis zum hinteren Rande der mittleren Caudalstrahlen), der Augendiameter etwas mehr als $4^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die vordere Kopflinie erhebt sich ein wenig minder rasch zum Hinterhaupte als bei dem etwas kleineren Exemplare von Lagos und Gorée, und ist ihrer ganzen Längenausdehnung nach schwach concav. Das Hinterhaupt beschreibt zugleich einen minder stark gekrümmten Bogen. 14 mit Dornen bewaffnete Platten längs der Seitenlinie am Schwanzstiele.

Der vorderste, stark verlängerte Gliederstrahl der Anale ist nur einen Augendiameter kürzer, die Pectorale um c. $1^1/_2$ Augendiameter länger als der Kopf. Fleck an der Basis der Pectorale nicht scharf ausgeprägt.

Höhe des Präorbitale fast $1^1/_2$ Augenlängen gleich. Vordeckel fast $4^3/_5$ mal, Deckel 2mal höher als lang.

Krümmung des vorderen Theiles der Seitenlinie, Beschuppung des Schwanzstieles wie bei den beiden übrigen Exemplaren.

D. 1/20. A. 1/18.

Seriola Dumerilii **Risso.**

Ein vortrefflich erhaltenes Exemplar, nahezu $17^1/_2$ Zoll lang von Gorée, durch Herrn Höfler.

D. $7\left|\frac{1}{28}\right.$. A. $2\left|\frac{1}{19}\right.$. L. lat. c. 125—131.

Die grösste Rumpfhöhe übertrifft die Kopflänge nicht bedeutend und ist etwas weniger als 4mal, die Kopflänge c. $4^1/_6$ mal in der Totallänge, die Augenlänge mit Einschluss des von der Fetthaut überdeckten schmalen vorderen und hinteren Theiles des Auges c. $4^1/_4$ mal, die Schnauzenlänge bis zur Kinnspitze 3mal, ohne diese bis zum vorderen Schnauzenrand mehr als $3^1/_3$ mal, die Stirnbreite gleichfalls $3^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Kopf und Rumpf sind mässig comprimirt.

Das hintere Ende des Oberkiefers fällt bei geschlossenem Munde in verticaler Richtung ein wenig hinter die Augenmitte.

Die Kieferzähne sind sammtförmig, dicht gedrängt und bilden insbesondere vorne im Zwischenkiefer eine viel breitere Binde als im Unterkiefer. Die Zahnbinde am Vomer ist nagelförmig, die an den Gaumenbeinen lang und ziemlich breit. Die grosse Zahngruppe auf Pterygoidbeinen zerfällt durch linienförmige Zwischenräume in mehrere Packete.

Der hintere Rand des Vordeckels ist schwach nach hinten geneigt, ein wenig convex. Der Vordeckelwinkel stark gerundet und nahezu einem rechten gleich. Das breite schuppenlose Randstück des Präoperkels ist wie das Präorbitale mit baumartig sich verästelnden Canälen durchzogen.

Der Kiemendeckel zeigt am hinteren Rande eine dreieckige Einbuchtung, deren Spitze schräge nach oben und vorne geneigt ist. Von der Articulationsstelle des Deckels lauft ein Bündel feiner, dicht an einander gereihter Streifen vertical am Vorderrande derselben herab, die übrigen nach hinten und unten strahlenförmig auslaufenden Streifen sind viel zarter als die vorderen und durch viele Zwischenräume von einander getrennt. Nur das oberste Viertel des Deckels ist mit länglichen Schuppen bedeckt, der ganze übrige Theil desselben wie der Unter- und Zwischendeckel sind schuppenlos. Scapula und Suprascapula zeigen eine ähnliche dichte Streifung wie der vordere Rand des Deckels. 12 Schuppenreihen liegen beiläufig zwischen dem unteren Augenrand und der Vorleiste der Präoperkels gegen die hintere Winkelgegend desselben zu.

Die Stirne ist querüber breit, oval gerundet und trägt längs der Mitte eine kammförmige Erhebung oder Leiste, die nach vorne in verticaler Richtung bis zur vorderen Narine, nach hinten bis zum Ende des Hinterhauptes reicht. Die grösste Höhe des Präorbitale, welches die Form eines langgestreckten Dreieckes zeigt, gleicht der Hälfte einer Augenlänge.

Unter der Spitze des Hinterhauptkammes ist die grösste Kopfhöhe unbedeutend mehr als $1^1/_5$ mal, unter der Längenmitte der Stirne $1^3/_5$ mal, zunächst über dem vorderen Augenrande nahezu 2mal in der Kopflänge enthalten. Die obere Kopflinie erhebt sich unter mässiger Bogenkrümmung zum Hinterhauptsende und ist etwas stärker gebogen als die Rückenlinie bis zum Beginne der 2. Dorsale, hinter dem die Rumpfhöhe allmälig abnimmt und am Schwanzstiele nur unbedeutend mehr als $^1/_6$ der Kopflänge beträgt.

Der 4., höchste Stachel der ersten Dorsale erreicht nicht ganz eine Augenlänge und ist nur unbedeutend höher als der 5. Stachel.

Die vordersten Gliederstrahlen der Dorsale bilden einen sichelförmig gebogenen, nach oben stark zugespitzten Lappen, dessen Spitze den oberen Rand der folgenden Strahlen mässig überragt. Der höchste 1. Gliederstrahl gleicht an Länge der Entfernung der Schnauzenspitze vom hinteren Augenrande oder übertrifft ein wenig die Hälfte einer Kopflänge; der 2. Strahl ist nur unbedeutend kürzer als der 2., der 3. fast $2^1/_4$ mal, der 4. c. $2^2/_5$ mal, der 5. Strahl $2^3/_5$ mal, der 6. 3mal, der 7. etwas mehr als $3^1/_2$ mal, der 9. mehr als $4^1/_4$ mal, der 12. Strahl $4^3/_5$ mal, der 14. fast $5^1/_2$ mal, der 19. Strahl $5^3/_5$ mal und der letzte, welcher bedeutend länger als der vorletzte ist, c. $4^3/_4$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der längste erste Gliederstrahl der Anale steht dem der 2. Dorsale an Höhe nach und verhält sich zur Kopflänge wie $1 : 2^1/_3—2^1/_4$, er überragt daher mit den nächstfolgenden 3—4 entsprechend kürzeren Strahlen (wie in der 2. Dorsale) minder bedeutend sichelförmig den freien Rand der übrigen Strahlen als es bei der 2. Dorsale der Fall ist. Auch in der Anale übertrifft der letzte Strahl den vorangehenden ziemlich bedeutend an Länge.

Die Pectorale ist ein wenig länger als die Hälfte des Kopfes und um mehr als eine halbe Augenlänge kürzer als die stark zugespitzte Ventrale, die c. $1^1/_2$ mal in der Kopflänge oder c. $1^3/_5$ mal in dem Abstande der Ventralflossenbasis von dem ersten Vorstachel der Anale enthalten ist.

Die Caudale ist am hinteren Rande tief dreieckig eingeschnitten; die beiden Lappen derselben gleichen sich nahezu an Länge und sind zugespitzt. Vor dem Beginne der Caudale liegt an der Ober- und Unterseite des Schwanzstieles eine ziemlich tiefe Grube; von dieser an gemessen, gleicht die Länge der Caudale der des Kopfes.

Die Seitenlinie ist im vorderen Drittel der Rumpflänge mässig stark, bogenförmig gekrümmt und bildet am Schwanzstiele einen zarten Kiel.

Verglichen mit einem c. 11 Zoll langen Exemplare von *Seriola Dumerilii* aus Nizza unterscheidet sich das hier beschriebene Individuum von Gorée durch die auffallend geringere Krümmung und etwas grössere Länge der Schnauze und durch die mässig sichelförmige Erhebung des vordersten Theiles der 2. Dorsale und der Anale, stimmt jedoch in allen übrigen wesentlichen Charakteren mit dem ersterwähnten Exemplare überein, welches übrigens 29 Gliederstrahlen in der 2. Dorsale und 19 in der Anale besitzt, und dessen Körperhöhe gleichfalls nur $^1/_4$ der Totallänge erreicht.

Lichia vadigo Risso.

Ein grosses, etwas beschädigtes Exemplar von Rufisque in der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan.

Lichia amia sp. Lacép.

D. $7 \left| \frac{1}{21} \right.$. A. $2 \left| \frac{1}{21} \right.$

Bei einem Exemplare von etwas mehr als 19 Zoll Länge ist die grösste Rumpfhöhe unbedeutend weniger als 3mal in der Körperlänge bis zum Beginne der mittleren Caudalstrahlen oder c. $3^5/_6$ mal in der Totallänge, die Länge des Kopfes mehr als $3^3/_5$ mal in der Körperlänge bis zur Caudale, oder genau 4mal in der Länge des Körpers bis zum hinteren Rande der mittleren Caudalstrahlen (oder weniger als 5mal in der Totallänge), der Augendiameter nahezu 5mal, die Stirnbreite c. $3^1/_4$ mal, die Schnauzenlänge bis zur schwach vorspringenden Unterkieferspitze c. $3^1/_2$ mal, die grösste Kopfhöhe am Hinterhaupte c. $1^1/_3$ mal, die grösste Kopfbreite c. $2^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der hintere Rand des Oberkiefers fällt ein wenig hinter das Auge, welches am hinteren Endstücke von einer Fetthaut umhüllt ist.

Dicht gedrängte bürstenförmige Zähne im Zwischen- und Unterkiefer. Zahnbinde am Vomer gestreckt rhombenförmig mit abgerundeter vorderer Winkelspitze. Zahnbinde auf den Gaumenbeinen lang, aber schmal, Zahngruppe auf dem mittleren Theile der Zunge oval.

Der hintere Rand des Vordeckels ist ziemlich stark nach hinten und unten geneigt, fast geradlinig, der hintere Vordeckelwinkel ist nahezu einem rechten gleich.

Ein schmales Bündel zarter Streifen liegt am vorderen Rande des Deckels; auch die Scapula ist zart gestreift.

Die erste Dorsale enthält einen liegenden Stachel, dessen Spitze nach vorne gekehrt ist und sechs freie Stacheln, hinter denen bei dem hier zu beschreibenden Exemplare der 7. Stachel ganz bis zur Spitze von Haut umhüllt, fest mit dem Körperrücken verbunden ist und daher leicht ganz übersehen werden könnte.

Die vorderen 5 Gliederstrahlen der 2. Dorsale bilden einen schwach sichelförmig gebogenen Lappen von ziemlicher Höhe, der viel bedeutender den oberen Rand der übrigen Dorsalstrahlen überragt als bei dem von mir in dem ichthyologischen Berichte über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise (VI.) auf Taf. II, Fig. 1 abgebildeten viel kleineren Exemplare; ebenso verhält es sich mit dem vorderen erhöhten Theile der Anale.

Der längste erste Gliederstrahl der Dorsale ist ebenso lang wie der Kopf mit Ausschluss des vor der vorderen Narine gelegenen Theiles der Schnauze oder dem ersten Gliederstrahl der Anale an Höhe gleich.

Die Ventrale ist etwas länger als die Hälfte des Kopfes und die Länge der Pectorale c. $1^1/_2$ mal in der des Kopfes enthalten.

An dem stark comprimirten Schwanzstiele liegt unmittelbar vor dem Beginne der oberen und unteren Stützstrahlen der Caudale eine grubenförmige Vertiefung, von dieser an gemessen ist die Länge der Caudale genau 3mal in der Körperlänge bis zum hinteren Rande der mittleren Schwanzflossenstrahlen enthalten.

Die Seitenlinie ist in den beiden vorderen Dritteln der Rumpflänge wellenförmig gebogen, und zwar über der Pectorale (mit nach oben gekehrter Convexität) bedeutend stärker als hinter derselben (bis beiläufig über der Längenmitte der Analflossenbasis in verticaler Richtung).

Die Schuppen sind sehr klein, lanzettförmig.

Die ganze nackte Oberseite des Kopfes und das breite Randstück des Vordeckels sind mit zahllosen dendritisch verzweigten Canälchen durchzogen.

Nebenkieme stark entwickelt. Die Strahlen des lappenförmig erhöhten Theiles in der 2. Dorsale und Anale sind gegen die Spitze zu dunkel bleifarben.

Fundort: Rufisque. Durch Freiherrn v. Maltzan.

Lichia glauca sp. Lin.

Ein kleines Exemplar, nahezu 4½ Zoll lang, aus den Marigots bei Rufisque. Durch Freiherrn v. Maltzan.

Die Kopflänge ist bei diesem kleinen Exemplare 4mal, die grösste Rumpfhöhe $2^3/_5$ mal in der Körperlänge bis zum hinteren Rande der mittleren Caudalstrahlen enthalten.

Seitenlinie über der Pectorale äusserst schwach gebogen und hinter derselben horizontal verlaufend.

Rücken stahlblau, metallisch glänzend, Rest des Rumpfes gelblich weiss; Spitzen der höchsten Gliederstrahlen im vorderen Theile der 2. Dorsale und der Anale blauschwarz. Eine schwarzbraune, nicht scharf abgegrenzte Binde zunächst dem oberen und unteren Rande der Caudale, mittlere Caudalstrahlen gelblich.

Sphyraena jello C. V.

Syn.? *Sphyraena dubia* Blkr. Mém. sur les Poiss. de la Côte de Guinée, 1863, p. 70, pl. XV, fig. 2.

Ein grosses Exemplar, bis zur Spitze des oberen Caudallappens 27½ Zoll lang und sehr gut erhalten; eingesendet von Freiherrn v. Maltzan.

Grösste Rumpfhöhe etwas mehr als $8^2/_3$ mal, Kopflänge nahezu 4mal in der Totallänge, Augendiameter genau 7mal, Stirnbreite $5^1/_2$ mal, Schnauzenlänge bis zur Unterkieferspitze gemessen, fast genau 2mal, Kopfhöhe c. $2^6/_7$ mal in der Kopflänge enthalten. Kiemendeckel nach hinten in 2 Spitzen endigend.

Der hintere Rand des Oberkiefers fällt in verticaler Richtung unter den vorderen Augenrand. Der über den Zwischenkiefer nach vorne vorspringende Theil des Unterkiefers erreicht c. ¼ der Augenlänge, und ist am vorderen Ende äusserst wenig fleischig verdickt.

Das Auge ist nach hinten mit einer Fetthaut umgeben, so dass der nach aussen freiliegende Theil eigentlich nur etwas mehr als $7^3/_4$ mal in der Kopflänge enthalten ist, während der Abstand des vorderen knöchernen Augenrandes von dem hinteren genau $^1/_7$ der Kopflänge beträgt. Die Stirnbreite übertrifft ein wenig die Totallänge des Auges. Der hintere Rand des Vordeckels ist stark nach vorne geneigt, schwach convex und geht unmerklich in den vorderen Rand über. Die Leisten an der Oberseite des Kopfes sind nur mässig entwickelt.

Die grösste Höhe der ersten Dorsale am 2. Stachel erreicht c. $^3/_{10}$ der Kopflänge, der 3. Stachel ist unbedeutend kürzer als der zweite, während der höchste 4. oder 5. Gliederstrahl der 2. Dorsale c. $2^1/_2$ mal in der Kopflänge begriffen ist. Die Länge der Ventrale gleicht der Höhe der ersten Dorsale, die Länge der Pectorale ist c. $2^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Basis des Analstachels liegt ein wenig hinter dem Anfange der 2. Dorsale in verticaler Richtung.

Die stachelige Dorsale beginnt in verticaler Richtung ein wenig vor dem hinteren Ende der Pectorale und unbedeutend hinter der Einlenkungsstelle der Ventrale und letztere fällt nicht ganz um eine Augenlänge vor das hintere Ende der Pectorale. Beide Caudallappen sind stark zugespitzt, säbelförmig gebogen; der obere längere Lappen ist c. $1^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten. Der hintere freie Rand der Anale ist wie der der 2. Dorsale ziemlich stark concav, die Ventrale nach hinten fast geradlinig abgestutzt.

Die Seitenlinie durchbohrt c. 126—128 Schuppen am Rumpfe und zieht sich längs der Caudale bis zum hinteren Ende der beiden mittleren Caudalstrahlen fort. 12 Schuppenreihen liegen zwischen der Basis des ersten Dorsalstachels und der Seitenlinie, c. 14—15 zwischen letzterer und dem Beginne der zweiten Dorsale, und c. 17 zwischen dem Beginne der Anale und der Seitenlinie.

Die obere kleinere Rumpfhälfte ist blaugrau und sendet c. 20 Binden nach unten, und zwar im vorderen Theile des Rumpfes bis zum Beginn des letzten untersten Drittels der Körperhöhe.

$$D. 5/\frac{1}{9}. \quad A. 1/9. \quad L. l. c. 126—128.$$

Wie aus der hier gegebenen Beschreibung zu entnehmen ist, stimmt das vorliegende Exemplar aus Senegambien nahezu vollständig mit Günther's Beschreibung von *Sphyraena jello* C. V. überein, nur beginnt die erste Dorsale und die Ventrale in verticaler Richtung nicht über, respective unter der Spitze der Pectoralen, sondern vor letzterer und der Durchmesser des Auges erreicht nicht $^1/_5$, sondern nur $^1/_7$ der Kopflänge.

Von Bleeker's Beschreibung der *Sphyraena dubia* weicht das von uns untersuchte Exemplar nur durch die (grössere) Zahl der Schuppen längs der Seitenlinie (126—128 gegen 110), die übrigens, wie bekannt, mit dem Alter zunimmt, und durch die geringere Grösse des Auges ab, stimmt jedoch genau bezüglich der Lage der ersten Dorsale und der Ventrale (im Verhältniss zur Pectorale) mit *Sphyraena dubia* Blkr. überein.

Bei dem kleinen 14 Zoll langen Exemplare von *Sphyraena jello* aus Java, welches Kner in dem zoologischen Theile des Reisewerkes der österreichischen Fregatte „Novara" (Fische, pag. 139) erwähnt, beginnt die Ventrale gleichfalls in verticaler Richtung vor der ersten Dorsale und beiden Flossen vor der Spitze der horizontal zurückgelegten Pectorale, und nur bei einem $8^1/_4$ Zoll langen Individuum von Madras fällt der Anfang der ersten Dorsale nicht aber der Ventralen vertical über die Spitze der Pectoralen.

Ich vermuthe daher, dass gleich dem von mir hier beschriebenen grossen Exemplare von Senegambien auch *Sphyraena dubia* Blkr. von Guinea der Art nach zu *Sphyraena jello* C. V. zu beziehen sei, und dass die von Dr. Günther gegebene Charakteristik letzterer Art einer Berichtigung bedarf. Die Länge des Auges nimmt im Verhältniss zur Kopflänge mit dem Alter ab, und ist bei Exemplaren von $8^1/_4$—14 Zoll Länge c. $5^1/_2$ mal, bei alten Individuen 7mal in der Kopflänge enthalten.

Eleotris Maltzani n. sp.

D. $6/\frac{1}{9}$. A. 1/9. L. l. c. 27. L. trans. 7.

Kopf nackt, mässig comprimirt. Kopflänge $3^3/_5$ mal, Leibeshöhe c. 6mal in der Kopflänge; Augendiameter der Schnauzenlänge gleich und c. 3mal in der Kopflänge enthalten.

Mundspalte schräge ansteigend, mit verhältnissmässig ziemlich langen, spitzen Zähnen in mehreren Reihen bewaffnet. Die Zähne in der ganzen Aussenreihe des Zwischenkiefers, am Aussenrande des vorderen Theiles des Unterkiefers und 2—3 an den Seiten des Unterkiefers in der Innenreihe sind etwas länger als die übrigen Zähne und an der Spitze hakenförmig umgebogen. Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung unter die Augenmitte.

Die hochgelegenen Augen sind einander sehr genähert, oval und der vordere Augenrand springt nach Art eines plattgedrückten, dreieckigen Stachels merklich vor.

Der 3.—5. Stachel der ersten Dorsale ist stark fadenförmig verlängert, die Strahlen der zweiten Dorsale und der Anale nehmen gegen den letzten Strahl an Höhe zu.

Die Pectorale ist nahezu so lang wie der Kopf und reicht etwas weiter nach hinten zurück als die zugespitzte Ventrale.

Die Rumpfschuppen sind am hinteren Rande fein gezähnt und nehmen gegen die Caudale allmälig an Grösse zu. Zwischen dem Beginne der 2. Dorsale und der Anale liegen 7 horizontale Schuppenreihen.

Schwarzbraun; 2 Reihen himmelblauer Flecken mit Silberglanz am Rumpfe. Die Flecken der unteren Reihe sind schärfer ausgeprägt als die der oberen Reihe, bei dem einen Exemplare in die Länge gezogen, bei dem anderen aber querbindenähnlich gestellt. Eine intensiv gelbe, schmale Binde längs der Höhenmitte der ersten Dorsale.

Zwei etwas beschädigte Exemplare, jedes c. $1^1/_2$ Zoll lang, von Freiherrn von Maltzan mit dem Schleppnetze bei Rufisque gefischt.

Mugil oeur Forsk., Klunz. (= *cephalotus* C. V.).

D. $4/\frac{1}{8}$. A. 3/8 L. l. 41 (bis zur Basis d. Caud.. L. tr. 13 (zwischen der Basis des 1. Stachels der 1. D. und der Basis der V.).

Fettlid des Auges sehr stark entwickelt. Oberkiefer bei geschlossenem Munde äusserlich nicht sichtbar. Die beiden Unterkieferäste treffen vorne unter einem rechten Winkel zusammen. Leibeshöhe etwas mehr, Kopflänge unbedeutend weniger als 4mal in der Körperlänge, oder erstere $5^3/_5$ mal, letztere unbedeutend mehr

als 5mal in der Totallänge enthalten. Eine ziemlich grosse Gruppe von äusserst kleinen Zähnen jederseits weit hinten am Gaumen.

Die Oberseite des Kopfes ist in der Stirn- und Schnauzengegend querüber nahezu flach, hinter der Augengegend schwach convex.

Die grösste Kopfbreite ist c. $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten und gleicht der Kopfhöhe. Die Breite der Mundspalte zwischen den Mundwinkeln verhält sich zur Länge derselben wie $1^1/_2 : 1$.

Fast $^2/_3$ des Auges sind von einer Fetthaut umhüllt, welche sich hinter dem Auge bis zum vordern Deckelrande fortsetzt. Die Länge des Auges (bis zu den Knochenrändern gemessen) ist $4^1/_3$ mal, die Breite des knöchernen Theiles der Stirne $2^1/_3$ mal, die Schnauzenlänge $4^2/_3$ mal in der Kopflänge begriffen.

Der hintere Winkel des Präoperkels ist weit nach hinten vorgezogen, spitz, der aufsteigende Rand desselben Knochens concav.

Die hintere Narine liegt etwas näher zum vorderen knöchernen Rande des Auges als zur vorderen Narine.

Der zwischen den Ästen des Unterkiefers, sowie zwischen dem unteren Rande des Zwischendeckels gelegene Raum an der Unterseite des Kopfes ist lanzettförmig, fast genau so wie bei *Mugil cephalotus* nach Günther's Abbildung im 3. Bande des Cataloges der Fische des Brit. Museums (p. 419), nur unmittelbar hinter dem vorderen Ende wird er rascher breiter. Die Oberlippe ist mässig entwickelt, das Präoculare am hinteren und unteren Rande fein gezähnt. Eine tiefe Grube an der Gaumenfläche vor dem Vomer. Die Höhe des ersten Stachels der ersten Dorsale ist c. $1^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten und kaum kürzer als der höchste, zweite Gliederstrahl der 2. Dorsale, die am hinteren oberen Rande stark eingebuchtet und zwischen den vier ersten Gliederstrahlen beschuppt ist. Der Beginn der ersten Dorsale fällt nur wenig näher zum vorderen Ende der Schnauze als Basis der Caudale. Die Länge der vollständig überschuppten Pectorale gleicht c. $^3/_4$ der Kopflänge; die Spitze derselben Flosse fällt auf den hinteren Rand der 11. Schuppe hinter dem oberen Ende der Kiemenspalte oder der 9. Schuppe hinter dem Beginne der Pectorale und in verticaler Richtung um zwei Schuppenlängen vor dem Beginne der ersten Dorsale oder ein wenig vor die Längemitte der Ventrale, welche an der Unterseite gleichfalls vollständig überschuppt ist.

Eine lange, schmale Flügelschuppe sitzt an der Basis des Ventralstachels und eine eben so lange, aber viel breitere liegt zwischen den beiden Ventralen. Kürzer, aber breiter als die obere paarige Flügelschuppe der Ventralen ist die an der Pectoralachsel gelegene Schuppe.

Die Anale fällt (in verticaler Richtung) mit ihren zarten Stacheln und drei ersten Gliederstrahlen vor die 2. Dorsale; die Flossenhaut ist bis zum fünften gegliederten Analstrahl beschuppt. Die Caudale erreicht c. $1^1/_4$ Kopflängen und ist am hinteren Rande sehr tief dreieckig eingebuchtet. Beide Caudallappen sind zugespitzt, bis zur Spitze beschuppt, und der untere ist ein wenig kürzer als der obere.

Zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der mittleren Caudalstrahlen liegen 41, zwischen der Basis des ersten obersten Pectoralstrahles und der Basis der Caudale 39 Schuppen in einer horizontalen Reihe. Der Beginn der ersten Dorsale fällt über die 12., resp. 10., der Anfang der 2. Dorsale über die 24., resp. 22. Schuppe dieser Reihe.

13 Schuppenreihen liegen zwischen der Basis des ersten Stachels der ersten Dorsale und dem Stachel der Ventrale in einer etwas schrägen Linie. Ein dunkelgrauer Streif längs der Mitte jeder der horizontalen Schuppenreihen des Rumpfes.

Länge des beschriebenen Exemplares: 16 Zoll.

Ich habe in den vorangehenden Zeilen eine ausführliche Beschreibung des von Freiherrn v. Maltzan eingesendeten, vortrefflich erhaltenen Exemplares gegeben, um den sicheren interessanten Nachweis zu liefern, dass es zu *Mugil cephalotus* C. V. zu beziehen sei. Bisher kannte man diese Art nicht aus den Gewässern des atlantischen Oceans.

In Bleeker's „Mémoire sur les Poissons de la Côte de Guinée" ist eine *Mugil*-Art unter dem Namen *Mugil ashanteensis* beschrieben, von der ich vermuthe, dass sie von *Mugil cephalotus* C. V. = *Mugil oeur* Forsk., Klunz. nicht specifisch verschieden sei. Nach Bleeker liegen wohl 43 Schuppen am Rumpfe in

einer horizontalen Reihe bei *Mugil ashanteënsis,* doch dürften in dieser Zahl wohl auch die vorderen grösseren Schuppen der Caudale mitgezählt worden sein.

Myxus curvidens sp. C. V.

Unter den von Freiherrn v. Maltzan in den Marigots bei Rufisque gesammelten Fischen befindet sich eine Reihe kleiner Mugiloiden, die zweifellos zur Gattung *Myxus* im Sinne Dr. Günther's gehören und höchst wahrscheinlich kaum von *Mugil curvidens* C. V. specifisch verschieden sind, welche letztere Art von Cuvier und Valenciennes leider nicht mit hinreichender Genauigkeit beschrieben und abgebildet wurde.

Bei den uns zur Beschreibung vorliegenden Exemplaren, die durchschnittlich nur 3 Zoll lang sind, ist die Kopflänge $2^1/_2$ mal, die grösste Rumpfhöhe etwas mehr als $3^2/_3$ mal in der Körperlänge (bis zur Basis der mittleren Caudalstrahlen), der Augendiameter $3^1/_3$ mal, die Stirnbreite nahezu 3mal, die Schnauzenlänge fast 5mal in der Kopflänge enthalten.

Der Unterkiefer steigt rasch nach vorne an, sein dünner Rand ist ein wenig nach unten umgebogen und mit äusserst zarten, cilienähnlichen Zähnchen besetzt, die horizontal liegen.

Der Zwischenkiefer ist stark nach unten vorstreckbar und mit stärkeren Zähnen besetzt als der Unterkiefer. Die Spitze der Zähne ist nach innen umgebogen.

Das Präorbitale trägt am unteren Rande, sowie am hinteren spitzen Winkel ziemlich kräftige Zähne, die gegen den hinteren Winkel des Knochens allmälig länger werden.

Zwei Schuppenreihen liegen an den niedrigen Wangen unter dem Auge bis zur Vorleiste des unteren Randes des Vordeckels. Der hintere Winkel des letzteren ist auffallend stark nach hinten, nach Art eines dreieckigen häutigen Lappens, vorgezogen.

Die breite Stirne zeigt querüber eine schwache Wölbung.

Das Auge ist von keiner Fetthaut bedeckt.

Der Beginn der ersten Dorsale fällt etwas näher zur Basis der mittleren Caudalstrahlen als zum vorderen Kopfende. Der erste Dorsalstachel ist der höchste der Flosse und auch kräftiger als jeder der drei folgenden Stacheln, seine Höhe variirt jedoch bei den einzelnen Individuen und ist mehr als $1^4/_5 - 1^3/_5$ mal in der Kopflänge enthalten. Der zweite Stachel ist nicht bedeutend kürzer als der erste, der vierte aber viel kürzer und schwächer als der dritte. Der erste höchste Gliederstrahl der zweiten Dorsale übertrifft den ersten Stachel der ersten Dorsale nur wenig an Länge.

Die Pectorale erreicht nicht ganz eine Kopflänge mit Ausschluss der Schnauze und ihre Spitze fällt auf die 11. (oder 12.) Schuppe hinter der Pectoralachsel.

Die Ventralen sind ein wenig kürzer als die Pectoralen, über der Basis des Ventralstachels liegt eine zugespitzte Flügelschuppe. Die Caudale ist am hinteren Rande mässig tief dreieckig eingebuchtet und stark beschuppt.

Der dritte längste Analstachel gleicht an Höhe nahezu der Entfernung des hinteren Augenrandes von der Schnauzenspitze und ist bedeutend kürzer als der folgende erste Gliederstrahl, der c. $^2/_3$ einer Kopflänge erreicht, während der letzte Gliederstrahl kaum länger als das Auge ist.

Mindestens die vordere Hälfte der zweiten Dorsale und der Anale ist dicht überschuppt; wahrscheinlich dürften beide Flossen vollständig beschuppt gewesen sein, leider sind sie bei sämmtlichen Exemplaren, die uns zur Untersuchung vorliegen, beschädigt. 39 Schuppen liegen zwischen dem oberen Ende der Kiemenspalte und der Basis der mittleren Caudalstrahlen und 36 zwischen der Pectoralachsel und letzterer; 11 Schuppenreihen zwischen dem Beginne der zweiten Dorsale und der Anale, und c. 20 zwischen der Schnauzenspitze und dem Beginne der ersten Dorsale. Die Schuppen an der Oberseite des Kopfes sind ziemlich gross mit Ausnahme der vordersten an der Schnauze. Rücken bleifarben, Rest des Rumpfes hell silberweiss. Basis der Pectorale blauschwarz. Zweite Dorsale gegen den obern Rand der Strahlen zu grauschwarz. Ein ähnlich gefärbter, ziemlich breiter Saum am hinteren Rande der Caudale. Zarte graue Pünktchen bemerkt man unter der Loupe auf sämmtlichen Flossen; auf dem mittleren Höhendrittel der vorderen Gliederstrahlen der Anale

bilden sie zuweilen einen grösseren Fleck. Von dunklen Längsstreifen an den Seiten des Rumpfes ist keine Spur zu bemerken.

D. $4/\frac{1}{8}$. A. 3/9. L. l. 39.

Höchst wahrscheinlich dürfte *Mugil pulchellus* Trosch. mit *Myxus curvidens* sp. C. V. zusammenfallen.

NB. *Mugil ciliilabis* C. V. gehört, wie Dr. Günther bereits vermuthete, gleichfalls zur Gattung *Myxus* und ist sehr gemein an den Küsten der Galapagos-Inseln.

Bei dieser Art ist die Kopflänge etwas mehr als 4mal, die Leibeshöhe fast $3^3/_4$mal in der Körperlänge, die Stirnbreite $2^2/_5$mal in der Kopflänge enthalten.

Das Auge gleicht an Länge der Schnauze oder $^1/_4$ des Kopfes, und ist von einer stark entwickelten Fetthaut zum grössten Theile verhüllt.

Das Suborbitale ist am unteren und hinteren Rande sehr fein gezähnt und nur das hinterste schmale Endstück des Oberkiefers äusserlich sichtbar. Die beiden Unterkieferäste bilden nach vorne einen spitzen Winkel.

Der erste Stachel der ersten Dorsale liegt ein wenig näher zum vorderen Kopfende als zur Basis der Caudale und ist genau halb so lang wie der Kopf. Die zweite Dorsale, die Anale und Caudale sind vollständig beschuppt.

D. $4/\frac{1}{8}$. A. 3/9. L. lat. 46. L. tr. $14^1/_2$ (von der V. bis zur 1. D.).

Glyphidodon Hoefleri n. sp.

D. 13/13. A. 2/13. L. lat. 30. L. tr. $3^1/_2$ (bis zum Beginne der Schuppenscheide an der D.)/1/10.

Die grösste Rumpfhöhe ist etwas weniger als 2mal, die Kopflänge ein wenig mehr als $3^1/_3$mal in der Körperlänge (d. i. Totallänge mit Ausschluss der Caudale), der Augendiameter $3^2/_5$mal, die Stirnbreite 3mal, die Schnauzenlänge c. $3^1/_5$mal, die grösste Kopfbreite $1^3/_5$mal in der Kopflänge enthalten. Kieferzähne einreihig, am freien Ende abgestutzt und in der Regel in der Mitte 1—2mal seicht eingebuchtet, daher 2—3zackig, dicht an einander gedrängt.

Die grösste Höhe des Präorbitale erreicht die Hälfte einer Augenlänge. Vier Schuppenreihen auf den Wangen unter dem Auge, nahezu bis zum unteren Rande des Vordeckels herabreichend.

Aufsteigender Rand des Vordeckels geradlinig, ein wenig nach unten und vorne geneigt; hinterer Winkel des Präoperkels gerundet und einem rechten gleich. Schuppen am Kiemendeckel sehr gross, ebenso am Unterdeckel.

Schnauze, Knochen des Augenringes und Kiefer schuppenlos. Stirnschuppen klein.

Die Dorsalstacheln nehmen von dem 1. bis zum 4. ziemlich rasch, von diesem bis zum letzten sehr wenig an Höhe zu. Der 13. Dorsalstachel ist von seiner unter der Schuppenscheide der Dorsalbasis verborgen liegenden Basis gemessen, etwas mehr als halb so lang wie der Kopf; der folgende erste Gliederstrahl der Dorsale erreicht fast $^2/_3$ der Kopflänge und der 5. höchste etwas mehr als eine ganze Kopflänge. Von diesem Gliederstrahle angefangen, nimmt die Dorsale rasch an Höhe ab und ist am hinteren Rande verkehrt *S*-förmig gebogen.

Der zweite Stachel der Anale ist kaum kürzer als der 13. Dorsalstachel, der siebente höchste Gliederstrahl der Anale merklich kürzer als der höchste der Dorsale.

Die Caudale ist am hinteren Rande tief dreieckig eingebuchtet und der obere längere Lappen derselben um einen Augendiameter länger als der Kopf, oder c. $2^3/_5$mal in der Körperlänge enthalten.

Der Stachel der Ventrale ist halb so lang wie der Kopf, der erste Gliederstrahl in einen Faden verlängert und mit diesem an Länge dem Kopfe gleich. Die Pectorale erreicht gleichfalls eine Kopflänge.

Sämmtliche Körperschuppen gezähnt; Dorsale und Anale an der Basis und zwischen den Strahlen fast bis zum freien Ende derselben beschuppt, Pectorale nur im vorderen Längendrittel an der Aussenseite.

Eine nicht besonders lange Flügelschuppe an der Basis des Ventralstachels und zwischen den Ventralen an der Bauchseite. Caudale vollständig beschuppt. Blauviolett, jede Schuppe am Rumpfe mit einem mehr oder minder scharf ausgeprägten und abgegrenzten, hell goldgelben Flecke.

Totallänge des beschriebenen Exemplares, von Gorée (durch Herrn Höfler): $20^1/_2$ cm.

Julis pavo Hasselq.

Ein Exemplar von $16^{1}/_{2}$ cm Länge in der Sammlung des Herrn Höfler.

Der Rumpf zeigt c. 47 rothbraune Querstreifen von der Basis der Pectorale bis zur Caudale zwischen der Rücken- und Bauchlinie. Eine breite gelbgrüne Querbinde in geringer Entfernung hinter der Basis der Pectorale.

Die breite, violette Längsbinde der Dorsale beginnt bereits am Vorderrande des ersten Dorsalstachels und ist im vorderen Theile der Flosse am höchsten. Eine etwas schmälere, gleichfalls violette Längsbinde auf der Analflosse, zunächst der Basis derselben.

Vier bogenförmig gekrümmte violette Binden an den Seiten des Kopfes. Oberes hinteres Eckstück der Pectorale grau-violett.

Die Seitenlinie durchbohrt 26 Schuppen am Rumpfe und eine auf der Caudale.

Cossyphus tredecimspinosus Gthr. (sec. Troschel).

Syn. *Cossyphus jagonensis* Trosch., Ein Beitrag zur ichthyol. Fauna der Inseln des grünen Vorgebirges. Archiv f. Naturg. 32. Jahrg., Bd. I, 1866, p. 229.

Zwei Exemplare von Gorée, $7^{3}/_{4}$ und $13^{1}/_{3}$ Zoll lang; eingesendet von Herrn Höfler.

Bei beiden Exemplaren enthält die Dorsale, wie bei jenen von Prof. Troschel beschriebenen 12 und 14 Zoll langen Individuen nur 12 Stacheln, und von einem weissen Flecke unter dem weichen Theile der Rückenflosse ist nicht die geringste Spur zu bemerken. Ich bin daher nicht so vollkommen, wie Prof. Troschel, überzeugt, dass *Coss. jagonensis* Trosch. und *Coss. tredecimspinosus* Gthr. identisch seien, zumal auch der Fundort des typischen Exemplares des britischen Museums nicht bekannt ist.

Bei dem kleineren Exemplare unserer Sammlung spitzt sich der Kopf nach vorne regelmässig dreieckig zu; die obere Kopflinie ist nur schwach gebogen und erhebt sich rascher nach hinten und oben, als die untere, kaum gebogene Kopflinie nach hinten abfällt. Beide Kopflinien vereinigen sich nach vorne unter einem spitzen Winkel. Bei dem grösseren Exemplare von 14 Zoll Länge dagegen, ist die obere Kopflinie insbesondere in der Schnauzengegend ziemlich stark gebogen und die untere Profillinie des Kopfes fällt sehr rasch nach hinten und unten ab, wodurch die Kopfform bedeutend gedrungener erscheint, als bei den jüngeren Individuen, und die beiden Kopflinien vorne unter einem stumpfen Winkel zusammentreffen.

Die Kopflänge ist c. 3 – $3^{1}/_{5}$ mal, die grösste Rumpfhöhe $2^{4}/_{5}$—$2^{3}/_{4}$ mal in der Körperlänge, der Augendiameter etwas mehr als $5^{1}/_{4}$—$5^{1}/_{2}$ mal, die Schnauzenlänge c. 3mal, die Stirnbreite etwas weniger als 4- unbedeutend mehr als 3mal (bei dem grösseren Exemplare) in der Kopflänge enthalten.

Der hintere lange Rand des Vordeckels ist vertical gestellt oder nur schwach nach hinten und unten geneigt und bei beiden Exemplaren unserer Sammlung ganz deutlich und gleichmässig fein gezähnt, während Dr. Günther in der Beschreibung des *Coss. tredecimspinosus* Gthr. die Zahnlosigkeit des Vordeckels ausdrücklich erwähnt; bei dem kleinen Exemplare von $7^{3}/_{4}$ Zoll Länge ist der aufsteigende Vordeckelrand nur $1^{1}/_{2}$ mal, bei dem grossen dagegen 2mal länger als der untere Rand des Vordeckels. Ziemlich grosse Schuppen liegen am Deckel, Unter- und Zwischendeckel. Acht bis neun Schuppenreihen liegen in der Wangengegend bis zur Vorleiste des Präoperkels zunächst dem hinteren abgerundeten Winkel des letzteren; überdies ist auch das untere Randstück des Vordeckels zum grössten Theile beschuppt.

Das hintere Ende des Oberkiefers, welcher bei geschlossenem Munde ganz unter dem Präorbitale verborgen liegt, fällt unter den vorderen Augenrand in verticaler Richtung.

An den Seiten des Unterkiefers sind die vorderen Zähne fast ganz vollständig zu einer Zahnplatte vereinigt, hierauf folgen 3—4 ziemlich grosse und zuletzt 4—5 kleine, freistehende konische Zähne.

An den Seiten des Zwischenkiefers sind sämmtliche Zähne, mit Ausnahme des langen Eckzahnes, zu einer Platte verwachsen, so dass nur die Zahnspitzen frei hervorragen. Vorne im Zwischen- wie im Unterkiefer vier starke Hundszähne, von denen die äusseren des Unterkiefers am stärksten entwickelt sind und wie die entsprechenden des Zwischenkiefers mit ihren Spitzen divergiren.

Die Stirne ist bei dem kleineren Exemplare nur mässig, bei dem grossen aber sehr stark gewölbt und wie die Schnauze, das Präorbitale des Augenringes und die Kiefer schuppenlos.

Die Dorsalstacheln nehmen von dem ersten bis zum letzten gleichmässig an Höhe zu, der letzte Stachel ist im Verhältniss zum ersten Gliederstrahl etwas kürzer als der vorletzte 11. Stachel zum 12. letzten.

Die Gliederstrahlen der Dorsale erreichen am achten die grösste Höhe, die folgenden nehmen rasch an Höhe ab.

Die Ventrale läuft mit dem ersten und zweiten Gliederstrahle in eine Spitze aus und ist mehr oder minder bedeutend länger als die Pectorale.

Die oberen und unteren Strahlen der Caudale überragen mit ihrem Ende den hinteren, fast querabgestutzten Rand der übrigen mittleren Caudalstrahlen.

Bei dem grösseren Exemplare ist das Präorbitale und das beschuppte Hinterhaupt dicht mit kleinen, runden, violetten Flecken besetzt, die bei dem kleineren Exemplare gänzlich fehlen. Zwei dunkelbraune Streifen, von denen der obere breiter als der untere ist, ziehen vom hinteren Augenrande nach hinten und ein wenig nach oben zur Gegend der Scapula und divergiren mässig nach hinten. Von der Basis des 9.—11. Dorsalstachels läuft eine breite, dunkelbraune Querbinde nach unten und vorne bis unter die Höhenmitte des Rumpfes, und eine etwas heller braune Querbinde liegt am oberen und unteren Rande der Caudale.

In der Ventrale sind der erste und zweite Gliederstrahl schwarzbraun, und auf der Pectorale liegt in der hinteren Hälfte der oberen Strahlen ein dunkelgrauer Fleck. Die Anale zeigt am freien Rande nur bei dem grösseren Exemplare eine dunkel-blaugraue Umsäumung; bei dem kleineren Exemplare ist der Rumpf gelbbraun, bei dem grösseren in den beiden oberen Dritteln seiner Höhe blauviolett, im übrigen Theile rosenroth. Die Rumpfschuppen tragen an der Basis einen dunkeln quergestellten Fleck oder Streif.

Die Seitenlinie durchbort im Ganzen 33—34 Schuppen, von denen die zwei letzten auf der Caudale liegen, und verästelt sich nicht weiter auf den einzelnen Schuppen.

D. 12/10. A. 3/12. L. l. 33—34. L. tr. 5/12.

Prof. Troschel hat für diese Art die Bezeichnung *Cossyphus jagonensis* (= *Labrus jagonensis* Bowd., Cuv., Val. vorgeschlagen, da Bowdich eine ganz oberflächliche Beschreibung und schlechte Zeichnung eines Labroiden von den Küsten der Inseln des grünen Vorgebirges als *Labrus jagonensis* geliefert hat, mit welcher vielleicht, nach der Übereinstimmung des Fundortes zu schliessen, die von Prof. Troschel und von mir beschriebene *Cossyphus*-Art gemeint sein könnte. Ich kann mich nicht entschliessen Troschel's Vorgange zu folgen, da Bowdich's Beschreibung und Abbildung zu unvollkommen ist, als dass jemals eine ganz sichere Aufklärung zu erwarten steht, wie Prof. Troschel selbst zugesteht.

Scarus cretensis sp. Lin.

Zwei vortrefflich erhaltene Exemplare von 14 und 16 Zoll Länge in Herrn Höfler's Sammlung. Fundort: Gorée.

Kopflänge $3^1/_3$ mal, Rumpfhöhe c. $2^4/_5$ mal in der Körperlänge (bis zur Basis der mittleren Caudalstrahlen), Augendiameter nahezu 6mal, Schnauzenlänge 2mal, Stirnbreite c. $4^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Caudale am hinteren Rande halbmondförmig seicht eingebuchtet oder auch mässig convex mit vorgezogenen oberen und unteren Randstrahlen. Nur die mittleren Caudalstrahlen sind bei dem kleineren Exemplare am hinteren Rande weisslich.

Ein dunkler Fleck an und vor der Basis des ersten Pectoralstrahles, viel länger als hoch und nach vorne geneigt. Ventralen und Pectoralen von gleicher Länge.

Eine einzige Schuppenreihe auf den Wangen, unter dem Auge; eine Schuppenreihe am Zwischendeckel.

Obere grössere Rumpfhälfte schmutzig rostfarben, untere bräunlichgelb.

Eine ausführliche Beschreibung dieser Art habe ich nach zahlreichen Exemplaren in meiner Abhandlung: „Ichthyologischer Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise (VI. Forts.)“ gegeben.

Pseudoscarus Hoefleri n. sp.

Kiefer grünlichblau; Oberlippe breit, mehr als zur Hälfte die Zwischenkiefer bedeckend. Zwei Schuppenreihen auf den Wangen, und eine dritte nur von drei Schuppen gebildet am unteren Randstück des Vordeckels; eine Schuppenreihe am Unter- und Zwischendeckel und drei am obersten Theile des Kiemendeckels. L. lat. 25 (in einer Reihe).

Innere Falte der Oberlippe nur an den Seiten des Oberkiefers entwickelt und frei; kein Spitzzahn zunächst den Mundwinkeln.

Caudale bei vollkommen ausgebreiteten Strahlen am grössten mittleren Theile des hinteren Randes schwach convex mit mässig verlängerten oberen und unteren Strahlen.

Kopfform oval; Kopflänge etwas mehr als 3mal, grösste Rumpfhöhe c. $2^3/_5$ mal in der Körperlänge (bis zur Basis der mittleren Caudalstrahlen), Augendiameter c. $6^1/_3$ mal, Schnauzenlänge 2mal, Stirnbreite nahezu $2^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten. Die Kopfhöhe ist nur wenig geringer als die Kopflänge.

Die obere Schuppenreihe auf den Wangen enthält 7, die untere 6 Schuppen.

Die Dorsalstacheln nehmen von dem zweiten bis zum letzten Stachel äusserst wenig an Höhe zu, und die etwas höheren Gliederstrahlen allmälig bis zum vorletzten, der an Höhe $2^2/_5$ mal in der Kopflänge enthalten ist. Die obere kleinere Hälfte der Dorsalstacheln und die untere der Analstacheln ist so wie der ganze Ventralstachel von einer dicken, spongiösen Haut umhüllt. Die Anale enthält bei beiden Exemplaren neun Gliederstrahlen, die Pectorale 14. Die dendritisch sich ausbreitende Seitenlinie durchbohrt ausnahmsweise bei dieser Art 25 Schuppen und bei beiden der hier beschriebenen Exemplare liegen überdies noch unter der Krümmungsstelle des Seitencanales zwei bis drei Schuppen mit gleichfalls dendritisch verzweigten Canälen.

Eine zinnoberrothe Binde läuft diademartig von dem Vorderrande des Auges zu dem der anderen Kopfbreite, ist am Vorderrande convex, in der Mitte der Stirne und Schnauze am breitesten und vereinigt sich daselbst mit einer zweiten, eben so gefärbten Binde, welche an den Mundwinkeln beginnt.

Die Schnauze ist intensiv grasgrün, die Oberlippe gelblich. Gegen die Seiten der Schnauze geht die grüne Färbung allmälig in ein helles Gelb über, welches sich nach hinten auch über die Suborbitalia hinzieht.

Die Wangen sind blass-zinnoberroth gefärbt, zunächst den Seiten des Unterkiefers ins Gelbliche, hie und da mit Grün gemischt, übergehend, ebenso nach unten, von dem unteren Rande der zweiten Schuppenreihe der Wangen angefangen.

Eine intensiv zinnoberrothe Binde am Kinn. Vom hinteren Augenrande angefangen, zieht eine schwärzlich-violette, schmale Binde im Bogen bis zur Basis des untersten Pectoralstrahles herab.

Die Grundfarbe des Rumpfes und des Kopfes bis zur rothen Stirnbinde nach vorne und dem dunkeln bogenförmigen Streif (vom Auge bis zur Pectorale) ist grünlich, geht jedoch nach oben allmälig ins Graue über. Die Basis der meisten Rumpfschuppen ist blass-rosenroth, der hintere Rand derselben zinnoberroth; nur am Schwanzstiele, am Hinterhaupte und an der Bauchseite fehlt die röthliche Umrandung vollständig.

Die Dorsale zeigt in den beiden unteren Drittheilen ihrer Höhe eine mennigrothe Färbung, der Rest derselben ist graugrün.

Die untere Höhenhälfte der Anale ist hell grünlichgrau und trägt zunächst der Basis eine ihrer ganzen Länge nach zinnoberrothe oder nur anfangs mennigrothe, weiter zurück aber weisslichgrau gefärbte Binde.

Die äussere Hälfte der Ventrale ist gelblich, die innere mennigroth; die Caudale dunkel grünlichgrau mit einer rothgelben Querbinde an der Basis der mittleren Strahlen. Die Pectorale ist zunächst dem unteren und hinteren Rande graugrün, der Rest derselben rothbraun.

Zwei vortrefflich erhaltene Exemplare von 18 und $18^1/_2$ Zoll Länge von Gorée durch Herrn Höffler.

D. 9/10. A. 2/9. P. 14. L. lat. 25.

Chromis niloticus Hasselq., Steind.

Zahlreiche Exemplare mit langer Pectorale aus den Marigots bei Rufisque in der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan.

Ammodytes siculus Swains.

Bei Exemplaren von $3^1/_3$— etwas mehr als $3^1/_2$ Zoll Länge ist die Kopflänge c. $4^2/_5$—$4^1/_2$mal, die grösste Rumpfhöhe c. $10^1/_2$—11mal in der Totallänge, die Länge der Schnauze (bis zur Kinnspitze gemessen) durchschnittlich 3mal, der Augendiameter $5^2/_3$—6mal in der Kopflänge enthalten.

Die Dorsale beginnt mehr oder minder unbedeutend hinter der Spitze der Pectoralen in verticaler Richtung Nur der hinterste Theil des Rumpfes ist beschuppt.

Eine silbergraue, oben himmelblau gesäumte Binde längs der Höhenmitte des Rumpfes.

Rufisque, durch Freiherrn v. Maltzan.

Ophidium barbatum Lin. (pt.) Müll.

Ein kleines, kaum $2^1/_2$ Zoll langes Exemplar, bei Rufisque mit dem Schleppnetze von Freiherrn v. Maltzan gefangen.

Belone choram sp. Forsk.

Ein grosses Exemplar von c. 25 Zoll Länge, bei Rufisque von Freiherrn von Maltzan gefischt.

D. 23. A. 20.

Schwanzstiel im Durchschnitte fast oval, an der Unterseite querüber flach, mit einem deutlich entwickelten Seitenkiele, der schwärzlich gefärbt ist.

Kopflänge c. $3^1/_8$mal in der Körperlänge enthalten. Kopf an der Oberseite flach mit einer mittleren rinnenförmigen Vertiefung, die auf der Stirne schmal ist, vor dem Ende des Hinterhauptes sich aber stärker ausbreitet. Superciliargegend gestreift. Auge etwas kürzer als die Stirnbreite und c. $2^1/_4$mal in der Länge des hinter dem Auge gelegenen Kopftheiles enthalten. Zunge seitlich rauh, Vomerzähne nicht vorhanden. Intermaxillare an der Basis deprimirt, Maxillare von dem Präorbitale überdeckt. Pectorale ein wenig länger als der hinter dem Auge gelegene Theil des Kopfes.

Der vorderste Theil der Dorsale ist mässig lappenförmig erhöht; von dem dritten Strahle bis zum siebenten nimmt die Flosse an Höhe ab, von diesem aber wieder bis zum 16. oder 17. ziemlich rasch an Höhe zu und hierauf bis zum vorletzten an Höhe ab. Der dritte Dorsalstrahl gleicht an Höhe nahezu 2, der 16. und 17. Strahl c. $1^1/_2$ Augenlängen; der letzte Dorsalstrahl ist fast genau so lang wie das Auge.

Die Ventrale steht der Pectorale an Länge nach, und ihre Insertionsstelle fällt bedeutend (c. um die Länge der Pectorale) näher zum hinteren seitlichen Kopfende als zur Basis der Caudale.

Der hintere Rand der Bauchflossen ist concav.

Der obere Caudallappen erreicht kaum $^2/_3$ der Länge des unteren.

Die Anale ist nur im vordersten Theile erhöht, die mittleren Strahlen derselben zeigen eine geringe Längenzunahme im Verhältniss zum achten oder neunten Strahle.

Die Rumpfschuppen nehmen gegen die Caudale ein wenig an Grösse zu.

Rücken bleifarben, gegen die Caudale zu grünlichgrau. Pectorale gegen den hinteren Rand zu bläulichgrauschwarz. Äussere Ventralstrahlen bleifarben, innere gelblich weiss.

Bei jungen Individuen dieser Art ist der Augendiameter $2^1/_3$—$2^3/_5$ mal in dem hinter dem Auge gelegenen Kopftheile enthalten und ebenso lang wie die Breite der Stirne.

Exocoetus volitans Lin.

Ein Exemplar von c. $16^1/_3$ Zoll Länge; Fundort: Rufisque (durch Freiherrn v. Maltzan).

Bei diesem grossen Exemplare sind sämmtliche Ventralstrahlen (nicht die Verbindungshaut zwischen denselben) mit Ausnahme des innersten Strahles an der Oberseite bleigrau, und die Insertionsstelle der Ventralen liegt nur unbedeutend näher zum hinteren Deckelrande als zur Basis der mittleren Caudalstrahlen.

Der Beginn der Anale fällt in verticaler Richtung unter die Basis des fünften Dorsalstrahles. Die Pectorale reicht weiter zurück als die Ventrale, endigt mit ihrer Spitze nicht ganz um eine Augenlänge vor der Basis der mittleren Caudalstrahlen und ist 3mal so lang wie der Kopf.

Kopflänge $4^2/_5$ mal, Rumpfhöhe $5^4/_5$ mal in der Körperlänge, Augendiameter c. $3^1/_4$ mal, Schnauzenlänge 4mal, Stirnbreite c. $2^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der Unterkiefer springt vorne ein wenig über den Vorderrand des Zwischenkiefers vor.

60—61 Schuppen zwischen der Pectoralachsel und der Basis der Caudale.

Die untersten Pectoralstrahlen sind weisslich, ein heller Saum am hinteren Rande der Pectorale; ein heller, dreieckiger Fleck zieht sich beiläufig vom mittleren Theile des untersten Pectoralstrahles bis zum siebenten Pectoralstrahle hinauf.

D. 12. A. 10. P. 14. V. 6.

Elops saurus Lin.

Ein Exemplar, 59^cm^ lang, von Rufisque, durch Freiherrn v. Maltzan.

V. 14. L. lat. 98 (+11 auf der Caud.). L. transv. 13/1/13.

Kopflänge etwas mehr als 4mal, Rumpfhöhe 5mal in der Körperlänge, Augendiameter mehr als $4^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten und der Schnauzenlänge gleich.

Elops lacerta C. V.

Ein Exemplar von 27 cm Länge, von Rufisque, durch Freiherrn v. Maltzan.

L. l. 77 (+ c. 10 auf der Caud.). L. tr. 8—9/1/7.

Kopflänge 4mal, Rumpfhöhe c. $5^1/_3$ mal in der Körperlänge, Augendiameter $3^5/_6$ mal in der Kopflänge enthalten und der Schnauzenlänge gleich.

Arius latiscutatus Gthr.

Ein Exemplar, fast 22 Zoll lang, von Rufisque (durch Freiherrn v. Maltzan). Stachel der Dorsale und der Pectorale abgebrochen.

D. 1/7. A. 20. P. 1/12.

Kopflänge bis zur Kiemenspalte $3^2/_5$ mal, bis zum hinteren Ende des Hinterhauptschildes fast $2^1/_5$ mal in der Körperlänge, Augendiameter etwas mehr als 7mal, Stirnbreite $1^2/_2$ mal, Schnauzenlänge mehr als $3^3/_4$ mal in der Kopflänge (bis zur Kiemenspalte gemessen) enthalten.

Das Auge liegt mit seinem Vorderrande $2^1/_2$ mal näher zum vorderen Schnauzenrande als zur Spitze des Kiemendeckels.

Schnauze vorne sehr stumpf gerundet, breit.

Die beiden Zahnbinden des Gaumens sind am Vomer noch von einander getrennt und 2mal so breit wie lang.

Die Oberkieferbarteln reichen bis zur Basis des Pectoralstachels.

Der erste höchste Gliederstrahl der Dorsale erreicht $^4/_5$ der Kopflänge und ist ein wenig länger als der erste gegliederte Pectoralstrahl.

Die Basislänge der Fettflosse ist c. $3^2/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der obere schlanke, säbelförmig gebogene Caudallappen steht der Kopflänge kaum um einen Augendiameter nach.

Die grösste Kopfhöhe am Hinterhaupte unmittelbar vor dem kleinen Basalschilde der Dorsale ist c. $1^2/_5$ mal, die grösste Kopfbreite c. $1^3/_{10}$ mal in der Kopflänge begriffen.

Der an der Basis enorm breite Occipitalfortsatz ist an den Seitenrändern gleichmässig schwach gebogen und daher nach hinten zu viel breiter als bei dem von Dr. Günther im 5. Bande (p. 151) des Cataloges der Fische des britischen Museums abgebildeten Exemplar.

Muraena afra sp. Bl.

Ein grosses Exemplar von c. $31^1/_2$ Zoll Länge. Fundort Rufisque, durch Freiherrn v. Maltzan.

In der Körperzeichnung und Färbung stimmt es mit Bloch's Abbildung des *Gymnothorax afer* überein.

Rumpf stark comprimirt; Schnauze lang, schlank, nach vorne zugespitzt. Kopflänge bis zum vorderen Ende der Kiemenspalte $3^1/_4$ mal (bei einem 2. Exemplar von Monrovia genau 3mal) in der Rumpflänge (bis zur Aftermündung), Schnauzenlänge $4^1/_2$ mal, Länge der Mundspalte etwas mehr als 2mal in der Kopflänge, Augendiameter $2^2/_5$ (bei dem zweiten Exemplare nur $2^1/_4$ mal) in der Schnauzenlänge enthalten.

Schwanz ein wenig länger als der Rumpf. Kiemenspalte genau so lang wie das Auge.

Vorne im Unterkiefer jederseits 2—4 lange, schlanke Hundszähne, hinter diesen gegen die Mundwinkel zu eine Reihe dreieckiger comprimirter Zähne mit nach hinten geneigter Spitze von geringer, ungleicher Länge, indem sie bis auf die 3—4 letzten ein wenig an Höhe zunehmen; die Seitenränder derselben sind nicht gezähnelt.

Der Oberkiefer ist bei dem von Rufisque stammenden Exemplare stark beschädigt; es liegen in der ganzen vorderen Hälfte des Kiefers 5—6 Fangzähne von ungleicher Länge zerstreut und erst in der hinter dem Auge gelegenen Kieferhälfte bilden die Zähne eine geschlossene Reihe, sind mit Ausnahme der 2—3 ersten minder stark und lang als die gegenüber liegenden des Unterkiefers und nehmen rasch gegen den Mundwinkel an Höhe ab. Sowohl die Ober- wie Unterkieferzähne bilden nur eine einzige Reihe.

Hinter den Mundwinkeln zahlreiche Längsfalten, deren jede einen braunvioletten Streif enthält und zahllose kurze Querlinien von ähnlicher Färbung. Die Zahl und Grösse der unregelmässigen bräunlichweissen Flecken sehr variabel am Rumpfe wie auf der Dorsale und Anale. Überdies liegen viele braunviolette, schräge, nach hinten ansteigende, langgezogene Linien oder Streifen auf der ziemlich hohen Dorsale, minder zahlreiche auf der viel niedrigeren Anale.

Der freie Rand der Dorsale und der Anale zeigt keinen hellen Randsaum.

Uber die Synonymie dieser Art, wie sie Dr. Günther gegeben hat, wage ich kein Urtheil abzugeben, da ich die Originalexemplare der von Castelnau beschriebenen brasilianischen Muraena-Arten nicht gesehen habe und will nur nebenbei bemerken, dass die von uns untersuchten Exemplare von *Muraena afra* in der Kopfzeichnung, Kopfform und Bezahnung auffallend mit *Muraenophis curvilineata* Cast. und grösstentheils auch mit *Mur. vicina* übereinstimmen.

Muraena melanotis sp. Kaup, Gthr.

Ein Exemplar von Gorée, durch Herrn Höfler.

Hintere Nasaltuben etwas länger und bedeutend weiter als die vorderen. Augendiameter c. $2^3/_5$ mal in der Schnauzenlänge, Länge der Mundspalte $2^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten. Kiemenspalte $1^1/_2$ mal länger als ein Augendurchmesser. Kehle und Bauchseite bis zur Analmündung einfärbig grauweiss. Die hellen Flecken an den Seiten des Rumpfes nehmen von der Basis der Dorsale herab rasch an Umfang zu. Der Längsdurchmesser des grossen elliptischen schwarzen Fleckes an der Kiemenspalte gleicht an Länge der Mundspalte.

Balistes forcipatus Gm., Lin.

Ein Exemplar von Gorée in der Sammlung des Herrn Höfler, 14½ Zoll lang.

Ich habe bereits eine ausführliche Beschreibung dieser Art unter dem Namen *B. liberiensis* Steind. gegeben (Ichthyol. Notizen, IV. Theil, 1867), es wäre nur noch hinzuzufügen, dass zuweilen am unteren Theile des Kopfes und des Rumpfes himmelblaue Querstreifen liegen, die schwach bogenförmig gekrümmt sind, ferner diademartige schmale Querbinden auf der Stirne und Schnauze. Die Zahl der fadenförmig verlängerten Strahlen der zweiten Dorsale ist ein wenig variabel, bei dem Exemplare von Gorée ist der 3. — incl. 7. Strahl stark verlängert.

Sehr gemein an den Küsten Liberias, seltener bei Gorée.

Torpedo narce Nardo, Risso.

Ein Exemplar, 38^{cm} lang, von Rufisque, in der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan.

Spirakeln ungefranst; Rückenseite des Körpers ohne Ocellflecken, hell chocoladbraun mit kleinen und etwas grösseren hellen Flecken gesprenkelt. Bei einem zweiten Exemplare von Gorée (Coll. Höfler) liegen fünf Ocellflecken am Rücken.

Basis der ersten Dorsale nur 1²/₅ länger als die der zweiten Dorsale.

Breite der Scheibe: 23^{cm}, Länge derselben bis zur Analmündung: 21^{cm}.

Torpedo marmorata Risso.

Ein Exemplar von Gorée, 39½^{cm} lang.

Breite der Scheibe: 27^{cm}, Länge derselben bis zur Analmündung: 24^{cm}.

Platyrhina Schönleinii Müll., Henle.

Ein vortrefflich erhaltenes Exemplar (Männchen) dieser seltenen Art von Gorée, durch Herrn Höfler.

Scheibenbreite: 22½^{cm}.

Länge der Scheibe bis zum hinteren Ende der Analspalte 19^{cm}.

Länge des Schwanzes 21^{cm}.

Die Länge einer Narine ist ein wenig grösser als die Hälfte der Entfernung der beiden Narinen von einander.

Gaumensegel durch einen mittleren Einschnitt in zwei Hälften gesondert und am freien Rande gefranst.

Zeichnung des Rückens und Gruppirung der Binden und der Stacheln im Wesentlichen wie bei dem von J. Müller und Henle abgebildeten Exemplare, einem Weibchen, nur ist die Grundfarbe mehr graubraun und über dem Spritzloche liegen nur 2, aber stärkere Dornen. Auch die Dornen auf der Mittellinie des Rückens bis zur ersten Dorsale sind bedeutend kräftiger entwickelt. Eine nach vorne convexe braune Binde zwischen den oberen Rändern der Spritzlöcher und hinter diesen eine *V*-förmig gebogene Binde mit nach hinten divergirenden langen Ästen, noch weiter zurück eine regelmässige gerade Querbinde und zuletzt eine *V*-förmige Binde mit *S*-förmig gebogenen nach vorne divergirenden Ästen zwischen der Wurzel der Brustflossen am Rücken. Sechs, bald mehr, bald minder breite, dunkelbraune Querbinden am Schwanze in unregelmässiger Entfernung von einander.

Flecken am Rande der Scheibe wie bei dem typischen Exemplare, die der zwei inneren Reihen fast 3- bis 4mal grösser als bei letzterem.

Bauchseite ungefleckt. — Bisher war diese Art nur aus Indien bekannt.

Trygon margarita Gthr. (1870).

Syn. *Trygon (Hemitrigon) Bennettii* M. H.? Steind. an n. sp., Steind., Zur Fisch-Fauna des Senegal, III. Abth., Bd. LXI der Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. I. Abth. April-Heft, 1870.

Zwei Exemplare von Rufisque in der Sammlung des Freiherrn v. Maltzan.

Länge der Scheibe bis zum hinteren Ende des Analschlitzes: 18 und $19^1/_2$ cm.

Scheibenbreite: $19^1/_2$ und 21 cm.

Schwanzlänge: $44^1/_3$ und $59^1/_2$ cm.

Ein grosses knöchernes, perlförmiges Tuberkel und hinter diesem 1—2 kleinere auf der Mittellinie des Rückens.

Ich bin gegenwärtig nicht im Stande mit Sicherheit anzugeben, ob die von mir (?) zu *Trygon Bennettii* M.H. (an n. sp.) l. c. gereihten Exemplare von der Mündung des Senegals zu *Trygon margarita* Gthr. oder zu *Trygon Bennettii* zu beziehen seien, da mir diese Exemplare gegenwärtig (wegen Verpackung) nicht zugänglich sind.

Branchiostoma lanceolatum sp. Pall.

Zwei kleine Exemplare, in der Bucht von Rufisque von Freiherrn v. Maltzan gedr.

Zu den an den Küsten Senegambiens mehr oder minder häufig vorkommenden, in den Sendungen des Freiherrn v. Maltzan und Herrn Höfler aber nicht enthaltenen Fischen sind noch zu zählen:

Labrax punctatus Bloch, *Pristipoma Rogeri* C. V., *Pristipoma macrophthalmum* sp. Blkr., *Otolithus senegalensis* C. V., *Otolithus macrognathus* Blkr. sp., *Corvina nigrita* C. V., *Sciaena epipercus* Blkr. sp., *Polynemus quadrifilis* C. V., *Caranx carangus* C. V., *Caranx senegalus* C. V., *Argyreiosus vomer* sp. L., *Argyr. setipinnis* sp. Mitch., *Argyr. gabonensis* Steind., *Temnodon saltator* sp. Lin., *Trachinotus goreensis* C. V., *Trach. ovatus* Linné, *Trach. teraioides* Guich., *Trach. Martini* Steind., *Psettus Sebae* C. V., *Echeneis brachyptera* Lowe, *Periophthalmus Koelreuteri* Pall., *Mugil cephalus* Cuv., *Mug. falcipinnis* C. V., *Mug. grandisquamis* C. V., *Mug. Dumerilii* Steind., *Gerres melanopterus* Blkr., *Trochocopus srofa* C. V. sp., *Citharichthys spilopterus* Gthr., *Psettodes Bennettii* Steind., *Cynoglossus senegalensis* sp. Kaup. *Belone senegalensis* C. V., *Hemirhamphus Schlegelii* Blkr., *Hemirh. vittatus* Val., *Clupea dorsalis* C. V., *Clupea maderensis* Lowe, *Tetrodon (Hemiconiatus) guttifer* Benn., *Chilomycterus reticulatus* Willughby, *Carcharias (Scoliodon) acutus* Rüpp., *Carch. (Prionodon) lamia* Risso, *Carch. glaucus* L., *Cestracion (Sphyrna) zygaena* Lin., *Pristis antiquorum* Lath., *Prist. Perotteti* Val., *Rhinobatus halavi* Forsk., et *Rhinob. Columnae* M. H.

Im Jahre 1880 beschrieb Dr. A. T. de Rochebrune noch folgende neue Arten von Meeresfischen aus Senegambien: *Pteroplatea Vaillantii*, (*Chaetodon Luciae* von der Insel Santa Lucia, Capverdische Inseln), *Sciaena Sauvagei*, *Sparactodon nalnal*,[1] *Pomacentrus Hamyi*, *Heliastes bicolor* und *Doryichthis Juillerati* (s. Bulletin de la Société Philomathique de Paris, Ser. VII, T. 4 (?), 1880, p. 159—169.)

---

[1] Ich vermuthe, dass die neue Gattung und Art *Sparactodon nalnal* nur auf ein 35 cm langes Exemplar von *Temnodon saltator* gegründet ist, bei welchem die beiden Vorstacheln der Anale entweder ganz unter der Haut verborgen liegen, was häufig vorkommt, oder vielleicht abnormer Weise nicht zur Entwicklung kamen, falls sie von dem Autor nicht etwa übersehen wurden. Auch bei *Temnodon saltator* liegen im Zwischenkiefer zwei Reihen von Zähnen, die durch einen ziemlich weiten Zwischenraum von einander getrennt liegen. Die innere Zahnreihe enthält kleine, dicht an einander gedrängte spitzkonische Zähne, wie schon von Cuvier und Valenciennes im IX. Bande der „Histoire naturelle des Poissons", p. 226 und 232 erwähnt wurde. Bezüglich des Randes der Vordeckel wäre zu bemerken, dass er auch bei *Temnodon saltator* nicht eigentlich gezähnt, sondern nur mit zahnähnlichen zarten Cilien besetzt ist, die leicht verloren gehen. Bezüglich der Zahl der Schuppen längs der Seitenlinie existirt kein Unterschied zwischen *Sparactodon nalnal* und *Temnodon saltator*, sie schwankt bei letzterer Art zwischen 90—100 (s. Günther, Catal. II., p. 480; Steind., Ichthyol. Bericht über eine nach Spanien und Portugal unternommene Reise, V. Forts., p. 45 im Separatabdr.); auch in der Zahl der Flossenstrahlen, der relativen Kopflänge, Körperhöhe stimmen die genannten Arten genau mit einander überein. Bei 28—76 cm langen Exemplaren von *Temnodon saltator* liegen 19—22 Schuppen zwischen der Seitenlinie und der Basis der Ventralen wie bei *Sparactodon nalnal*, 7—8 zwischen der Basis des ersten Dorsalstachels und der Seitenlinie, endlich 8—11 (selten 11, in der Regel 9) Schuppen zwischen letzterer und dem Beginn der zweiten Dorsale. Mit Ausschluss des von Dr. Rochebrune angegebenen Mangels (?) von Stacheln vor der Dorsale, zeigt sich somit weder ein genereller noch specieller Unterschied zwischen *Sparactodon nalnal* und *Temnodon saltator*.

II.

Bemerkungen über die Unterschiede der drei Polypterus-Arten des Nils.

Bis zu dem Erscheinen des VIII. Bandes des Cataloges der im britischen Museum aufbewahrten Fische galt es als eine unbestreitbare Thatsache, dass drei verschiedene *Polypterus*-Arten, und zwar *Polypterus bichir* Geoffr., *Pol. senegalus* Cuv. und *Pol. Endlicheri* Heck. in dem Nile vorkommen.

Indem jede dieser drei Arten bezüglich der Zahl der Rückenflösschen ein wenig variirt und diese Zahlen zusammengenommen eine continuirliche Reihe von 8 bis 18 bilden, glaubte Dr. Günther aus diesem Grunde nur eine einzige *Polypterus*-Art annehmen zu dürfen, und übersah alle übrigen, geradezu auffallenden Unterscheidungsmerkmale zwischen den genannten drei *Polypterus*-Arten. Mehrere dieser charakteristischen Eigenthümlichkeiten habe ich bereits in einer kleinen Abhandlung über *Polypterus Labradei* m. und *Pol. senegalus* Cuv. aus dem Senegal (Bd. LX der Sitzungsber. der k. k. Akad. d. Wissensch., I. Abth., Juni-Heft, Jahrgang 1869) noch vor dem Erscheinen des VIII. Bandes des erwähnten englischen Cataloges hervorgehoben, blieben jedoch im Nachtrage zu diesem Werke unberücksichtigt; leider ging die von Günther aufgestellte irrige Ansicht über die Vereinigung der *Polypterus*-Arten Afrika's zu einer einzigen Art in mehrere, später erschienene zoologische Lehrbücher über.

Ich beabsichtige in den nachfolgenden Zeilen nur jene äusseren Merkmale hervorzuheben, die für die einzelnen *Polypterus*-Arten charakteristisch sind, und erlaube mir zu bemerken, dass ich Gelegenheit hatte, jede der drei *Polypterus*-Arten des Niles in Exemplaren von ganz gleicher Grösse zu untersuchen. In einer einzigen vor einigen Monaten aus Chartum (durch Herrn Dr. Marno) eingetroffenen Fischsammlung fand ich nicht weniger als 145 Exemplare von *Pol. senegalus*, 5 von *Pol. Endlicheri* und 12 von *Pol. bichir* vor.

Polypterus senegalus Cuv.

Kopf im Verhältnisse zur Totallänge kurz, nach vorne stärker zugespitzt als bei *Pol. Endlicheri* und *Pol. bichir*, an der Oberseite querüber deutlich gewölbt.

Kopflänge 7—8mal in der Totallänge, Kopfbreite 2—$1^2/_5$ mal, Kopfhöhe $2^1/_4$—2mal, Augendiameter 6—$8^1/_2$ mal, Stirnbreite 5—4mal, Schnauzenlänge $4^1/_2$—5mal, in der Kopflänge (ohne den häutigen Lappen am hinteren seitlichen Kopfende) enthalten.

Das hintere Ende der Pectorale fällt in verticaler Richtung ausnahmslos vor den Beginn der Dorsale, doch weiter bei alten als bei jungen Individuen.

Die Ventrale beginnt hinter der 30. und 31. transversalen Schuppenreihe des Rumpfes. Rings um den Rumpf liegen unmittelbar an der Dorsale 36—37 Schuppen, und 16—19 zwischen dem Hinterhaupte und dem Beginne der Dorsale.

Die Dorsale enthält häufiger 9 als 10 Flösselchen, selten 11 (bei 5 Exemplaren von 148) und nur äusserst selten 8 (bei einem Exemplare der Wiener Sammlung).

Rumpf und sämmtliche Flossen stets ohne Flecken und Binden.

L. lat. 57—60. L. tr. 6/1/6—7 (zwischen der D. und dem Beginne der A.).

Das grösste Exemplar dieser Art in den Sammlungen des Wiener Museums ist 50cm lang. Fundort: Nil, Senegal, Gambia.

Polypterus bichir Geoffr.

Kopf stark deprimirt, nach vorne minder rasch sich verschmälernd als bei *Pol. senegalus*, an der Oberseite querüber flach.

Kopflänge $5^1/_2$—6mal in der Totallänge, Augendiameter $8^1/_3$—13mal, Stirnbreite 6—$4^2/_3$mal, Kopfbreite unbedeutend mehr oder weniger als 2mal, Kopfhöhe 3—$2^3/_5$mal, Schnauzenlänge 5mal in der Kopflänge enthalten.

Die Mundspalte ist länger als bei *Pol. senegalus* Cuv.

Das hintere Ende der Pectorale fällt stets ein wenig hinter die Basis des ersten Dorsalflösselchens. Dorsalstacheln ausnahmslos viel schmäler als bei *Pol. senegalus*.

Die Ventrale beginnt hinter der 34.—36. transversalen Schuppenreihe des Rumpfes. Rings um den Rumpf liegen unmittelbar vor der Dorsale 48—51 Schuppen, und 14—16 zwischen dem Hinterhaupte und dem Beginne der Dorsale.

Die Zahl der Flösselchen in der Dorsale schwankt nur zwischen 15 bis 18.

Zahlreiche breite, nicht scharf abgegrenzte, bräunlichgraue Querbinden in der oberen Rumpfhälfte; die graue Längsbinde in der Höhenmitte des Rumpfes und eine schmälere über dem Bauchrande verschwinden häufig im höheren Alter.

Sämmtliche Flossen gefleckt, gebändert oder gestrichelt.

L. lat. 64—66. L. tr. 7—8/1/7—8.

Diese Art erreicht eine Länge von mindestens 82^{cm}.

Fundort: Nil, Senegal.

Polypterus Endlicheri Heck.

Kopf stark deprimirt, an der Oberseite flach wie bei *Pol. bichir*.

Kopflänge $5^1/_2$—$5^1/_5$mal in der Totallänge, Augendiameter $9^1/_2$—$13^2/_5$mal, Schnauzenlänge 6 bis 5mal, Stirnbreite 5—$4^1/_2$mal, Kopfbreite $1^3/_5$—$1^1/_3$mal, Kopfhöhe $2^1/_2$—$2^1/_4$mal in der Kopflänge enthalten.

Das hintere Ende der Pectorale fällt hinter den Beginn der Dorsale in verticaler Richtung wie bei *Pol. bichir*, dagegen sind die Dorsalstacheln so breit und gedrungen *Pol. senegalus*. Zahl der Dorsalflösselchen 12—13.

Die Ventrale ist hinter der 28.—30. transversalen Schuppenreihe des Rumpfes eingelenkt, längs der Höhenmitte des Rumpfes liegen 53—56 Schuppen, rings um den Leib zunächst vor der Dorsale 40—43 und 12—13 zwischen dem Hinterhaupte und dem Beginne der Dorsale. Nur 6 scharf abgegrenzte breite Querbinden am Rumpfe, doch schmäler als die sie trennenden Zwischenräume (bei *Pol. bichir* sind die Querbinden zahlreicher und breiter als die Zwischenräume); in der unteren Rumpfhälfte lösen sich diese Binden zuweilen in 2—3 schmale Streifen auf.

Sämmtliche Flossen sind dunkel gefleckt, gebändert oder gestrichelt.

L. lat. 53—56. L. tr. 6—7/1/6—7.

Das Wiener Museum besitzt von dieser seltenen Art Exemplare von 30—75^{cm} Länge aus dem Nile bei Chartum, aus dem Bahr el Seraf und Bahr el Gebel.

In der Form des Kopfes, in der Zeichnung des Rumpfes, sowie auch in der Grösse steht *Pol. Endlicheri* dem *Pol. bichir* am nächsten, in der geringen Zahl der Dorsalflösselchen und der Stärke des Stachelbeleges derselben aber nähert sich erstgenannte Art auffallend dem *Pol. senegalensis*, welcher nebenbei erwähnt, eine Länge von kaum als mehr 50^{cm} erreicht.

III.

Exocoetus obtusirostris Gthr.

Zu dieser Art glaube ich ein Exemplar von Gabun beziehen zu müssen, welches in einigen Punkten von den typischen Exemplaren des britischen Museums, nach Dr. Günther's Beschreibung zu schliessen, abweicht.

Die grösste Rumpfhöhe ist nur wenig mehr als $4^1/_4$ mal, die Kopflänge etwas weniger als 4mal in der Körperlänge, der Augendiameter $3^1/_3$ mal, die Schnauzenlänge fast $4^3/_4$ mal, die Stirnbreite etwas weniger als 3mal, die Kopfhöhe $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Einlenkungsstelle der Ventrale fällt etwas näher zum vorderen Kopfende als zur Längenmitte der Basis der Dorsale. Vordere Dorsalstrahlen kürzer als die Hälfte der Kopflänge. Der oberste Strahl der Pectorale zeigt keine Längstheilung, 7 Schuppenreihen zwischen dem Beginne der Dorsale und der Seitenlinie.

20 Schuppen liegen zwischen dem Hinterhaupte und dem Beginne der Dorsale.

Die untersten Pectoralstrahlen sind gelblich bis zur Spitze, die mittleren im ganzen vorderen Theile ihrer Länge.

Totallänge: 19cm.

Exocoetus Holubii n. sp.?

D. 13. A. 14. L. l. c. 40.

Leibeshöhe $4^4/_5$ mal, Kopflänge etwas mehr als 4mal in der Körperlänge, Augendiameter c. $3^1/_5$ mal, Schnauzenlänge $4^1/_3$ mal, Stirnbreite $2^3/_5$ mal, Kopfhöhe $1^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten.

Schnauze sehr kurz, Unterkiefer sehr rasch nach vorne ansteigend, und zwar noch ein wenig bedeutender als die obere mässig gebogene Profillinie des Kopfes von der Stirngegend zum vorderen Schnauzenrande abfällt. Keine Barteln am Unterkiefer.

Pectorale sehr lang, wie bei *Exoc. obtusirostris* bis zur Basis der mittleren Caudalstrahlen oder noch ein wenig weiter zurückreichend. Nur der oberste Pectoralstrahl ist einfach, d. h. der Länge nach nicht gespalten.

Die Einlenkungsstelle der Ventralen ist eben so weit von dem vorderen Kopfende wie von der Basismitte der Dorsale entfernt. Der 2. und 3. Dorsalstrahl sind bedeutend länger als die Hälfte des Kopfes und c. $1^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten. Der erste Dorsalstrahl selbst ist noch etwas länger als die Hälfte des Kopfes. Der Beginn der Anale fällt vertical über den der Dorsale.

In der Anale sind der 2. und 3. Strahl am längsten, und jeder derselben ist merklich länger als die Hälfte des Kopfes. Der untere längere Caudallappen erreicht $^3/_2$ Kopflängen.

Circa 20 Schuppen zwischen dem Hinterhaupte und der Dorsale, 7 zwischen letzterer und der Seitenlinie.

Brustflossen schwärzlichblau mit Ausnahme der 5 unteren gelblichweissen Strahlen. Ventrale gelblichweiss. Hintere Hälfte der Dorsale schwärzlichblau.

Ein Exemplar, 7 Zoll lang, von der westafrikanischen Küste in der Gegend des Äquators von Dr. Holub gefischt.

Die hier beschriebene Art ist sehr nahe mit *Exoc. obtusirostris* Gthr. verwandt, unterscheidet sich aber von dieser, wie ich glaube, wesentlich durch die Höhe der Dorsale.

Acanthurus triostegus Bl., Schn.

Von dieser Art erhielt ich kürzlich ein Exemplar von der Westküste Afrika's zunächst dem Congo-Gebiete; bisher kannte man sie nur aus dem indischen und stillen Ocean.

Anhang.

Über eine noch unbeschriebene *Sargus*-Art von den Galapagos-Inseln.

Sargus Pourtalesii n. sp.

In der Körperform nähert sich diese Art am meisten dem *Sargus unimaculatus* C. V., doch ist sie ausnahmslos ein wenig gestreckter, regelmässiger oval und die Schnauze insbesondere stärker vorgezogen.

Die grösste Kopflänge ist $3^2/_3$—$3^1/_2$ mal bei grossen Exemplaren, c. $3^3/_4$ mal bei etwas kleineren Individuen (von 12 Zoll Länge), die grösste Rumpfhöhe bei letzteren $2^3/_5$ — nahezu $2^1/_6$ mal bei ersteren in der Körperlänge, der Augendiameter $4^3/_4$—$4^2/_5$ mal, die Schnauzenlänge $2^2/_5$ mal, die Stirnbreite etwas weniger als 3 — nahezu $2^3/_4$ mal in der Kopflänge enthalten.

Die Stirne ist zwischen den vorderen Augenrändern mässig aufgetrieben. Die Mundwinkel fallen in verticaler Richtung unter das vordere Ende der langen, schlitzförmigen, vorderen Nasenöffnungen.

Acht Schneidezähne im Unter- und 6 im Zwischenkiefer, sie nehmen gegen den freien Rand nicht unbedeutend an Breite zu und die mittleren grössten sind nahezu vertical, die seitlichen schräge gestellt. Eine seichte Einbuchtung am freien, breiten Zahnrande.

Hinter diesen Schneidezähnen liegen in der Regel 3, seltener im Unterkiefer zunächst der Mundwinkel zwei Reihen kleiner Molarzähne, die bei Exemplaren von 12 Zoll Länge häufig nur die Grösse von Hirsekörnern erreichen (s. Taf. X, Fig. 1*a*) und stets sehr bedeutend kleiner sind, als bei halb so grossen Exemplaren von *Sargus unimaculatus* C. V. (s. Taf. X, Fig. 2).

Der vordere Rand des Präorbitale ist mehr oder minder bedeutend länger als das Auge.

4—5 Schuppenreihen liegen an den Wangen unter dem Auge in der Richtung zum hinteren Winkel des Präoperkels, dessen Randstück schuppenlos ist. Der Vordeckelwinkel ist abgerundet und ein wenig grösser als ein rechter, der aufsteigende Rand des Präoperkels fast vertical gestellt oder schwach nach vorne und unten geneigt.

Die Pectorale ist länger als bei *S. unimaculatus* und die Spitze derselben fällt in verticaler Richtung über oder selbst noch ein wenig hinter die Basis des zweiten Analstachels.

Die Pectoralstrahlen nehmen von dem obersten bis zum 6. längsten sehr rasch an Länge zu und vom 8. oder 9. bis zum untersten auffallend minder rasch an Länge ab. Der sechste Pectoralstrahl ist $2^1/_3$—$2^1/_4$ mal, bei *S. unimaculatus* aber etwas mehr als $2^3/_4$ mal in der Kopflänge enthalten.

Dagegen ist die Ventrale bei *Sarg. Pourtalesii* verhältnissmässig kürzer als bei *S. unimaculatus* und bei ersterer Art $5^1/_3$—$5^2/_3$ mal, bei letzterer nur $4^1/_2$—$4^4/_5$ mal in der Körperlänge begriffen.

Der höchste 6. oder 7. Dorsalstachel ist 2—$2^1/_3$ mal in der Kopflänge enthalten, und steht dem kürzeren zweiten (höchsten) Analstachel bedeutend an Stärke nach.

Die Höhe des zweiten Analstachels ist unbedeutend mehr oder weniger als $2^1/_2$ mal in der Kopflänge enthalten.

Der obere, etwas längere der beiden Caudallappen ist ebenso lang oder nur unbedeutend länger als der Kopf.

Die Seitenlinie durchbohrt wie bei *Sarg. unimaculatus* 47—48 Schuppen am Rumpfe, doch liegen über derselben bis zur Basis des ersten Dorsalstachels nur 7—8 (bei *Sarg. unimaculatus* 9) horizontale Schuppenreihen.

Der intensiv schwarze Humeralfleck beginnt bereits an der 2. oder 3. Schuppe der Seitenlinie am Rumpfe (somit ein wenig weiter vorne als bei *Sarg. unimaculatus*). 8—9 goldgelbe Binden zieren die zwei oberen Höhendrittel der Rumpfseiten und sind schmäler als die sie trennenden prachtvoll metallisch glänzenden himmel-

blauen Binden. Unterhalb der Seitenlinie nehmen die goldgelben und blauen Längsbinden an Intensität der Färbung ab.

Die untere kleinere Höhenhälfte des Rumpfes ist gelblichweiss, silberglänzend, nach oben allmälig in's Bläuliche übergehend.

Diese Art wurde zuerst während der Hassler-Expedition von mir entdeckt und schon vor Jahren *S. Pourtalesii* zu Ehren des Grafen Pourtales, eines der hervorragendsten Mitglieder dieser Expedition, genannt. Später erhielt sie das Wiener Museum durch Dr. Habel.

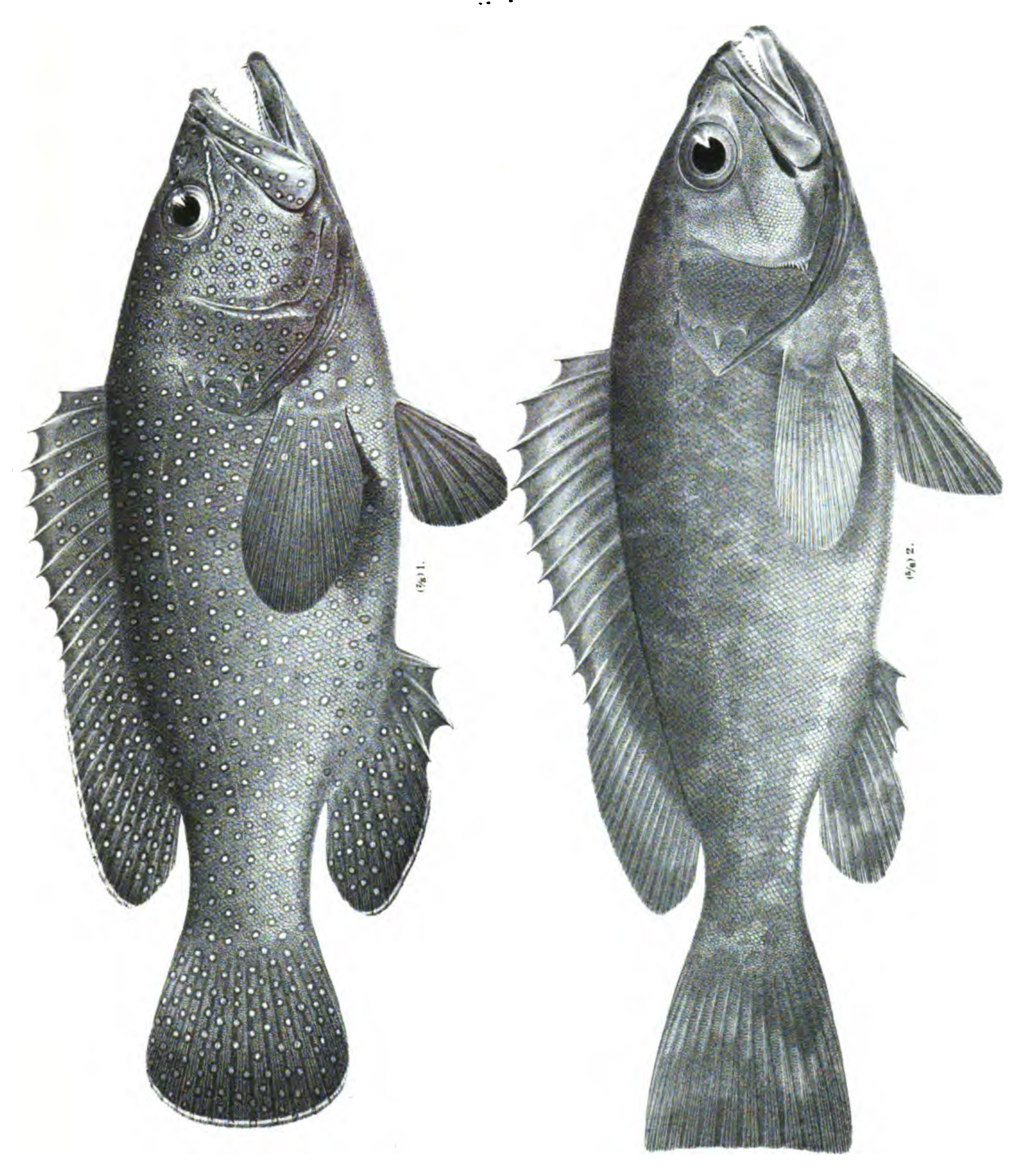
Die von Dr. Günther in einer Abhandlung über die Fische der Galapagos-Inseln zu *Sarg. unimaculatus* C. V. bezogenen Exemplare gehören wahrscheinlich zu *Sarg. Pourtalesii*, und ich war selbst einige Zeit im Zweifel, ob letztere Art von ersterer getrennt werden darf oder nicht.

Leider besitzt das Wiener Museum von *Sarg. unimaculatus* C. V. nur Exemplare bis zu $8^3/_4$ Zoll Länge, von *Sarg. Pourtalesii* dagegen kein Exemplar unter 12 Zoll Länge, so dass ich also nicht Exemplare ganz gleicher Grösse der einen und der anderen Art mit einander vergleichen konnte; ich fand jedoch, dass bei *Sarg. unimaculatus* C. V. die Molarzähne mit dem Alter an Grösse zunehmen, und dass die Zähne der Innenreihe in beiden Kiefern bei dem Exemplare von $8^3/_4$ Zoll Länge mindestens 2-, einige dieser Zähne selbst 3—4mal grösser sind als bei 12—14 Zoll langen Individuen des *Sarg. Pourtalesii* m.

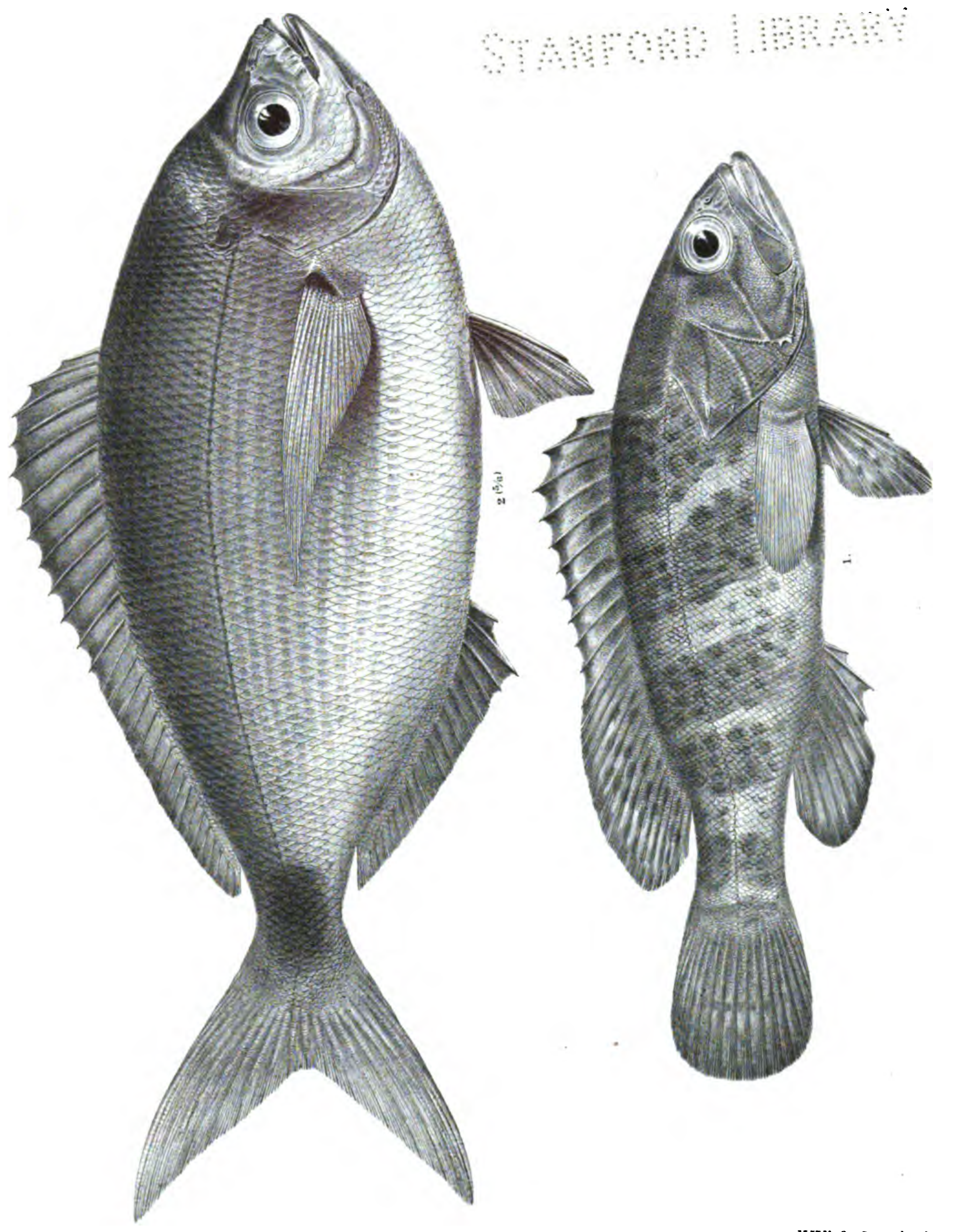
D. 13/10. A. 3/10. L. l. 47—48 (bis zur Basis der Caud.). L. tr. $\frac{7-8}{\frac{1}{16-17}}$

Übersicht der in dieser Abhandlung beschriebenen Arten.

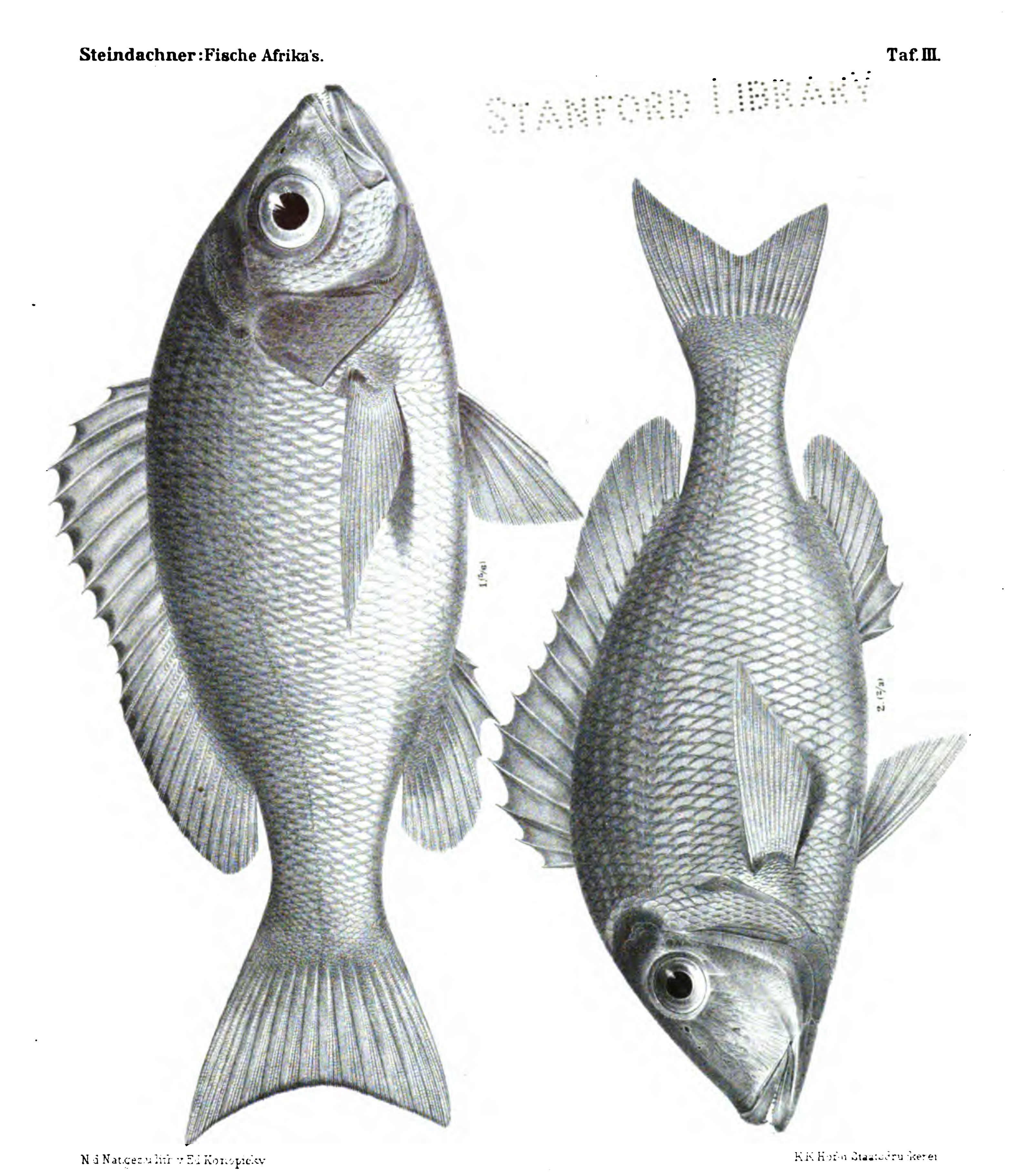
1. *Holocentrum hastatum* C. V. . . . . Senegambien.
2. *Serranus scriba* sp. Lin., var. *papilionacea* . . . . „
3. „ *taeniops* C. V. . . . . „
4. „ *nigri* Gthr. . . . . „
5. „ *aeneus* Js. Geoff. . . . . „
6. „ *goreensis* C. V. . . . . „
7. *Lutjanus Maltzani* n. sp. . . . . „
8. *Priacanthus macrophthalmus* C. V. . . . . „
9. *Pristipoma Peroteti* C. V. . . . . „
10. „ *Jubelini* C. V. . . . . „
11. „ *suillum* C. V. . . . . „
12. „ *Benettii* Lowe. . . . . „
13. *Diagramma mediterraneum* Guich. . . . . „
14. *Smaris melanurus* C. V. . . . . „
15. *Cantharus lineatus* Flem. . . . . „
16. *Sargus vulgaris* Geoffr. . . . . „
17. *Lethrinus atlanticus* C. V. . . . . „
18. *Pagrus auriga* Val. . . . . „
19. *Chaetodon Hoefleri* n. sp. . . . . „
20. *Scorpaena senegalensis* n. sp. . . . . „
21. *Trigla lineata* Lin. . . . . „
22. *Dactylopterus volitans* sp. Lin. . . . . „
23. *Galeoides polydactylus* sp. Vahl. . . . . „
24. *Corvina nigra* C. V. . . . . „
25. *Scomber colias* Lin. . . . . „
26. *Echeneis naucrates* L. . . . . „
27. *Caranx rhonchus* Geoffr. . . . . „
28. *Caranx goreensis* sp. C. V. . . . . „



N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky   K.K. Hof- u. Staatsdruckerei

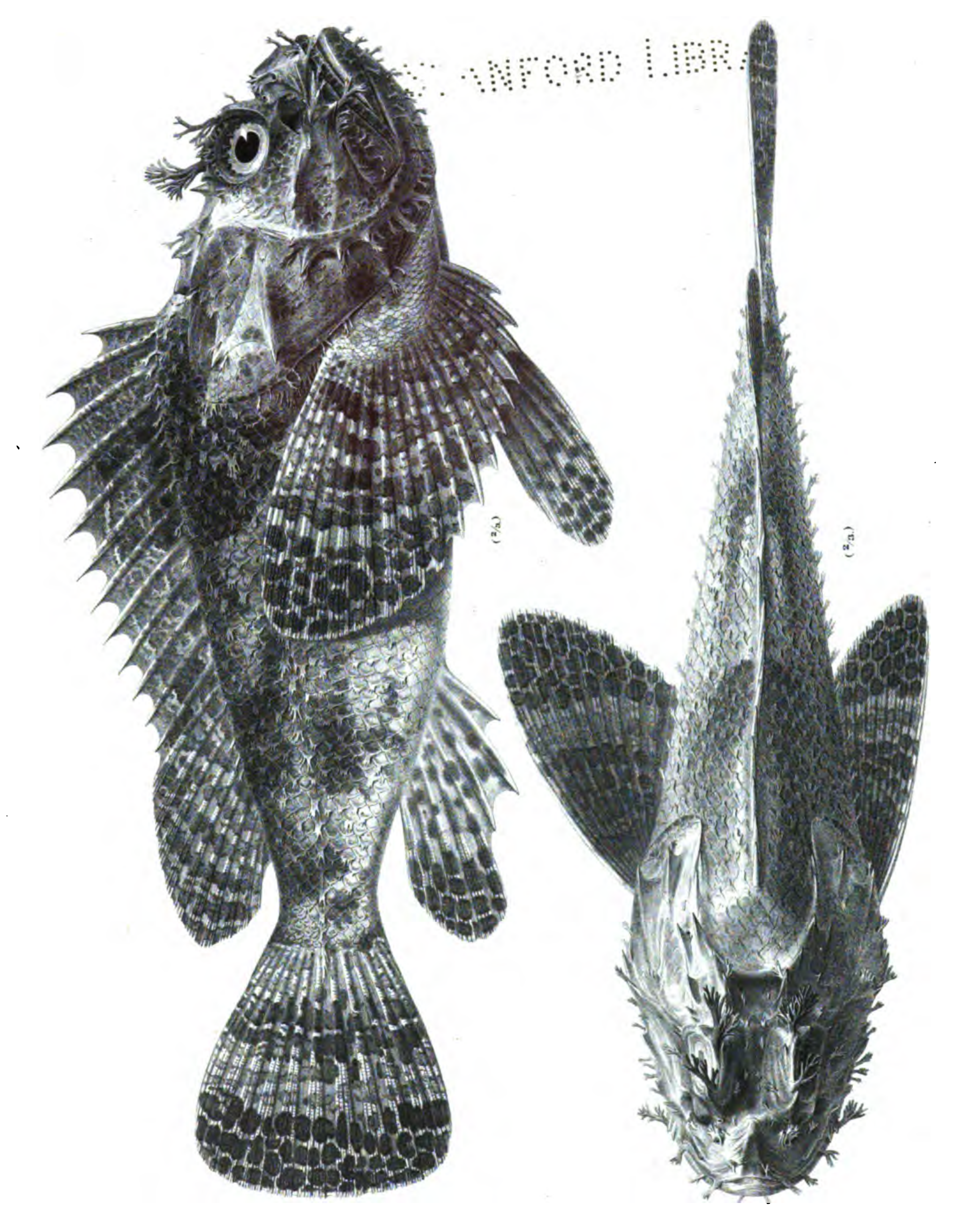


K.K.Hof-u. Staatsdruckerei

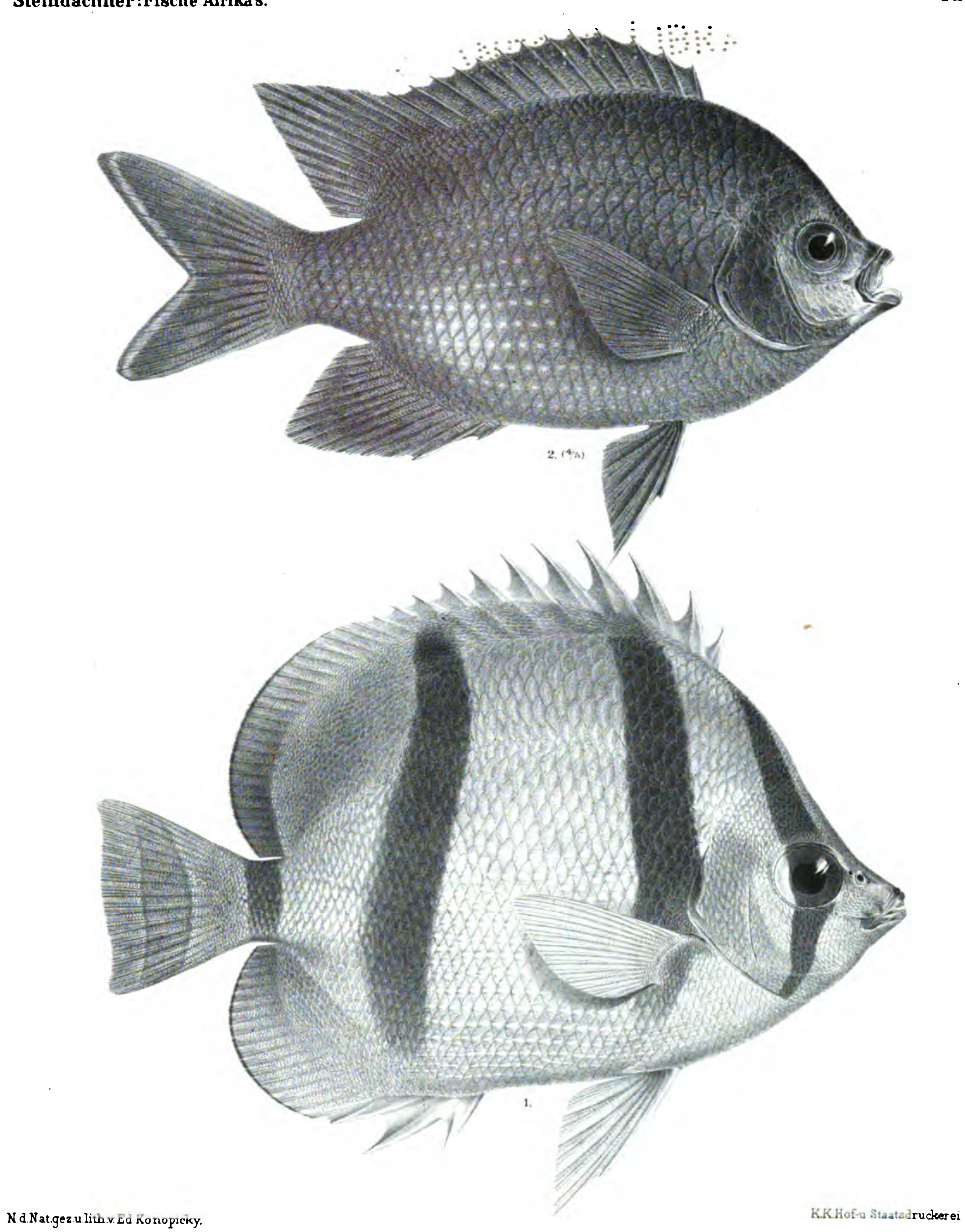


N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky

K. K. Hof- u. Staatsdruckerei

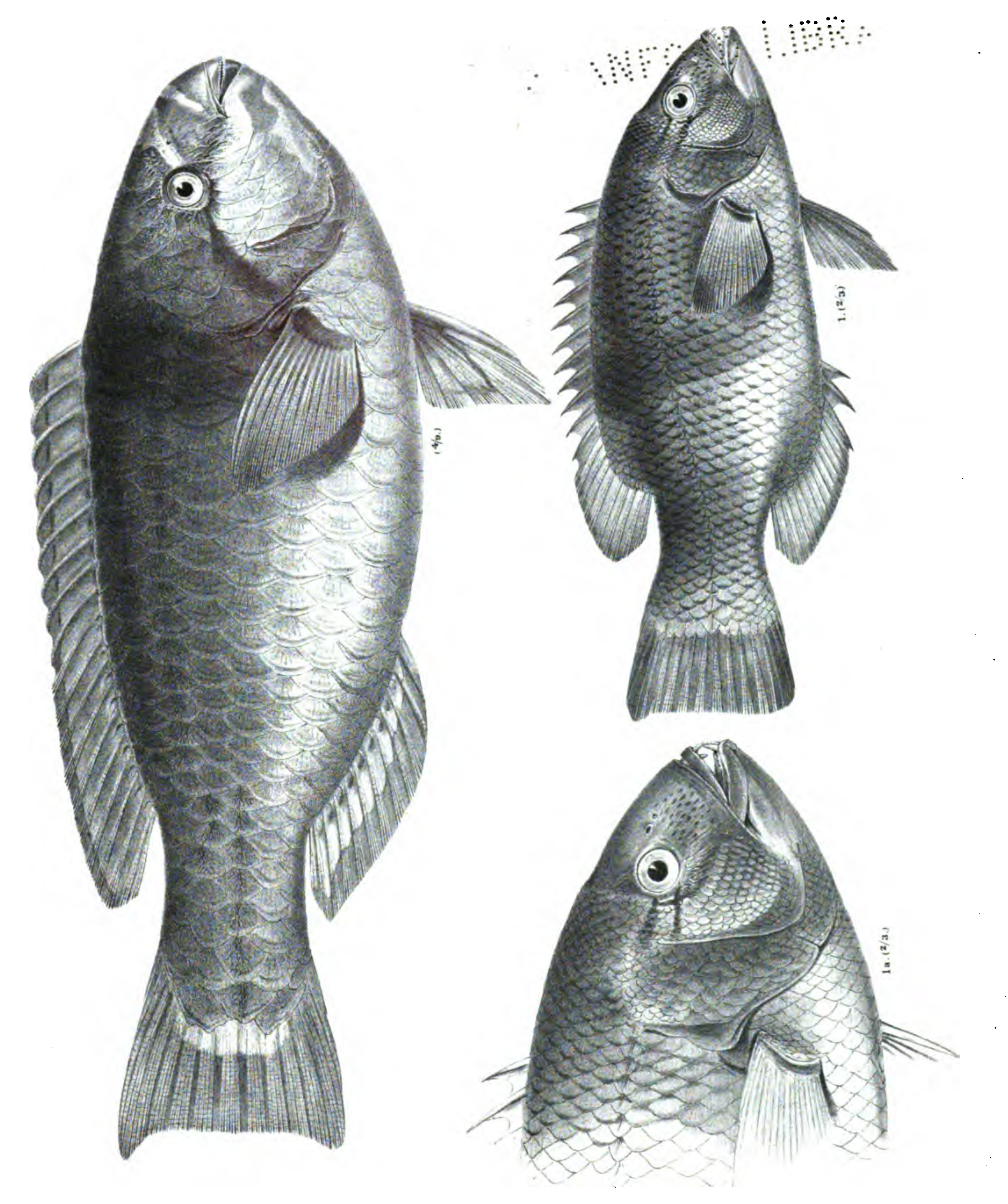


N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky. K.K. Hof- u. Staatsdruckerei.

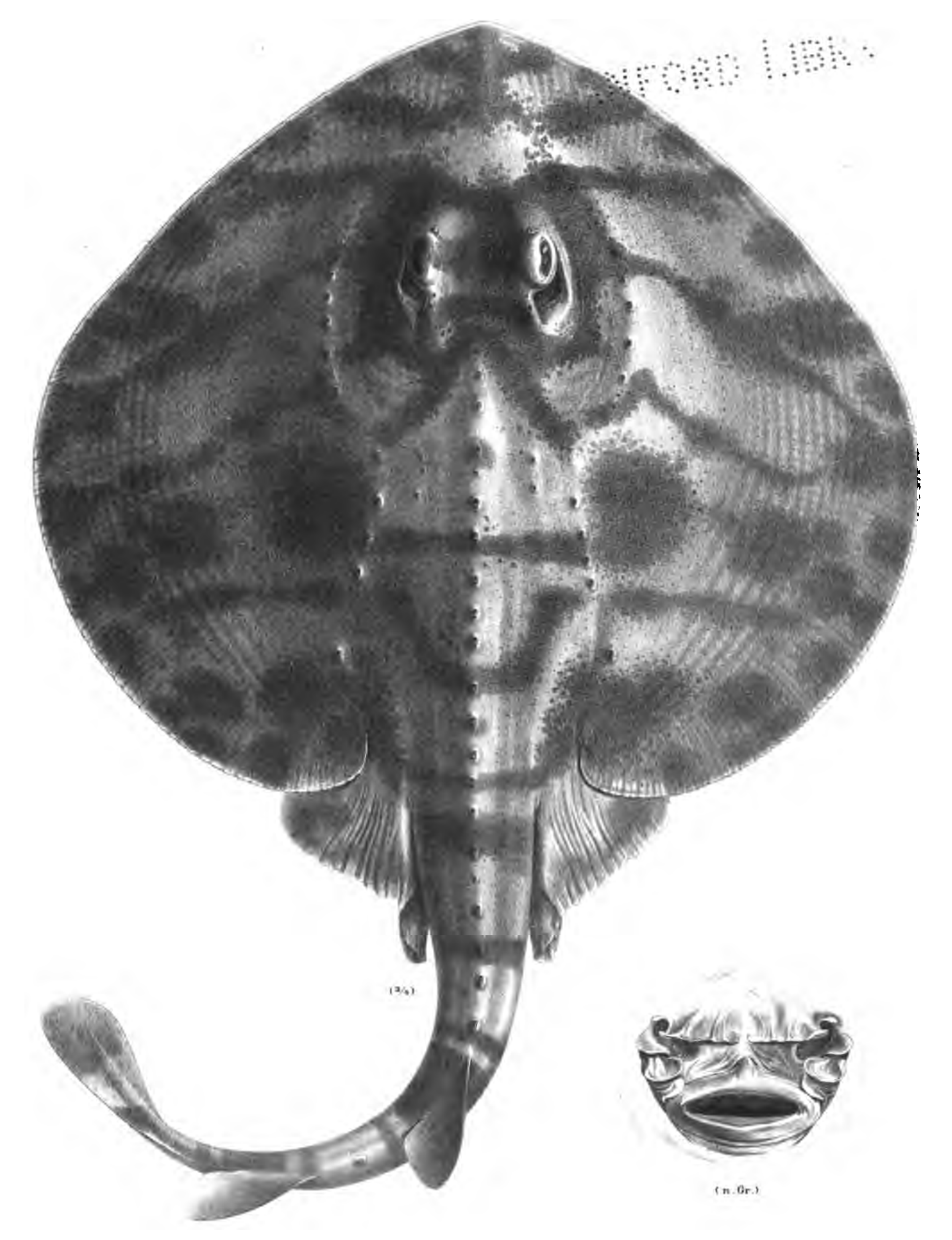


N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky.

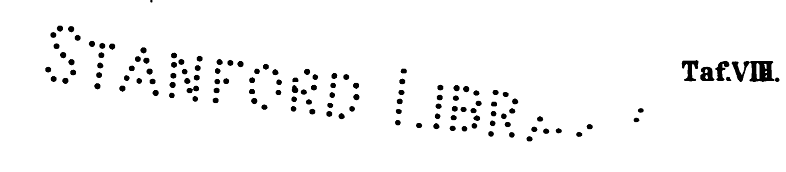
K.K. Hof-u. Staatsdruckerei.

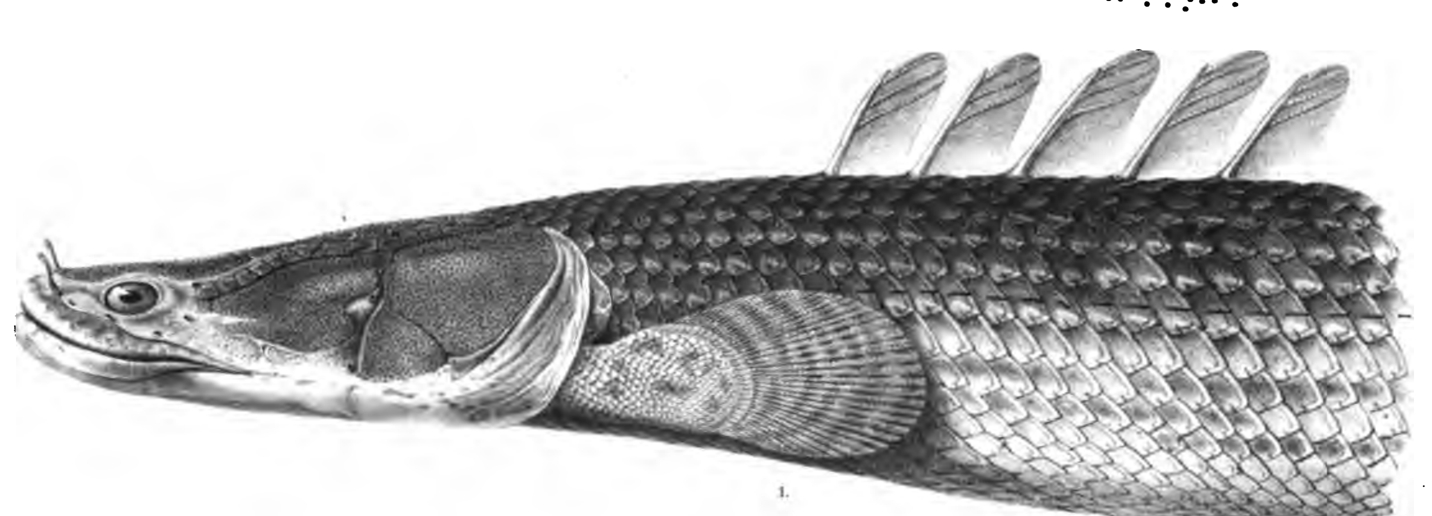


N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky

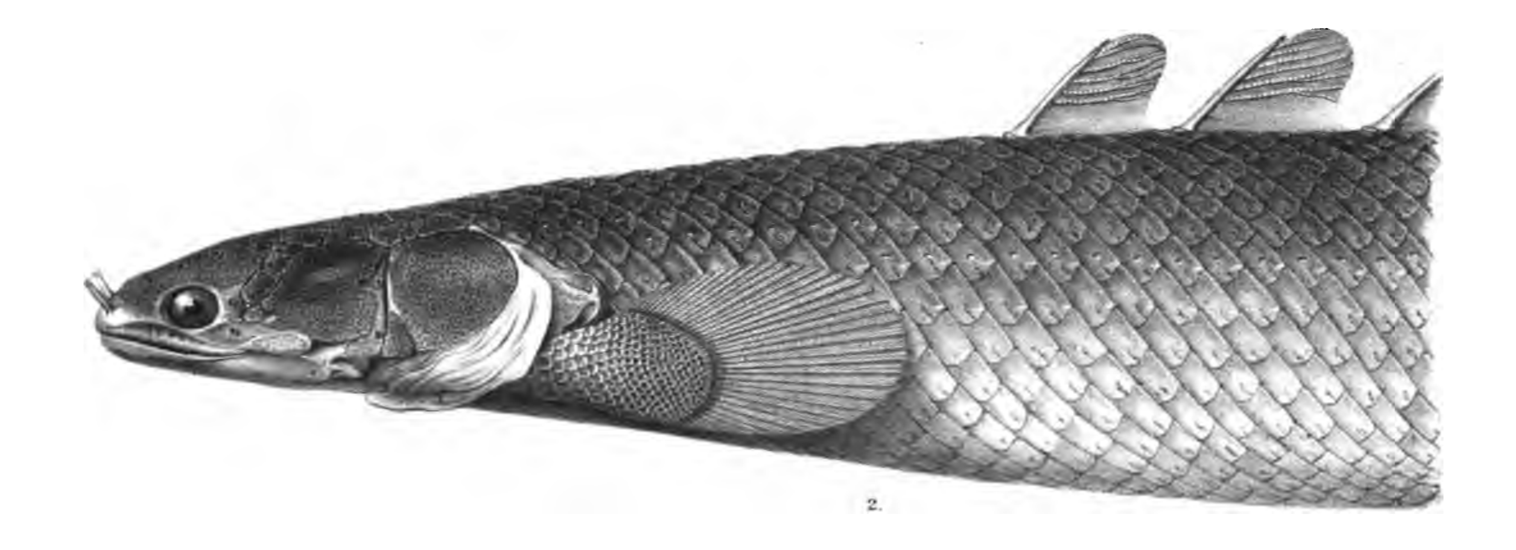


N. d. Nat. gez. u. lith. v. Ed. Konopicky. K.K. Hof- u. Staatsdruckerei.

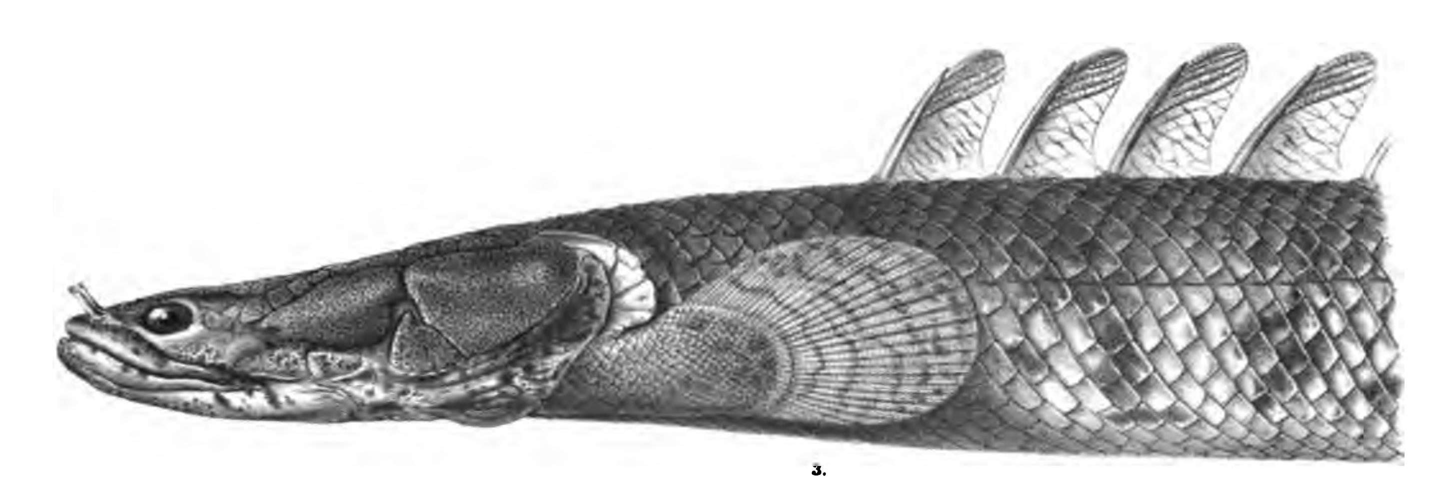




1.

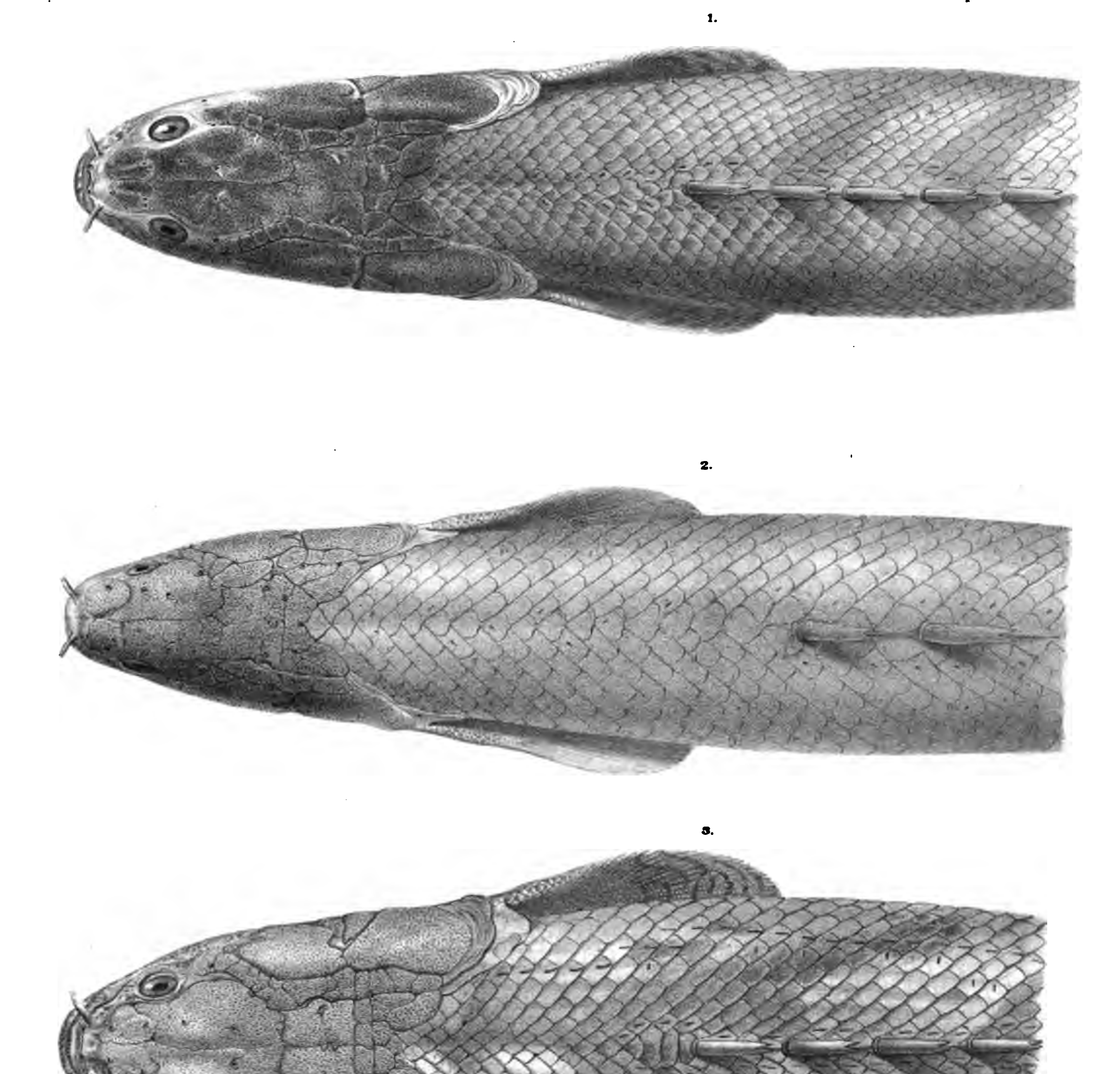


2.



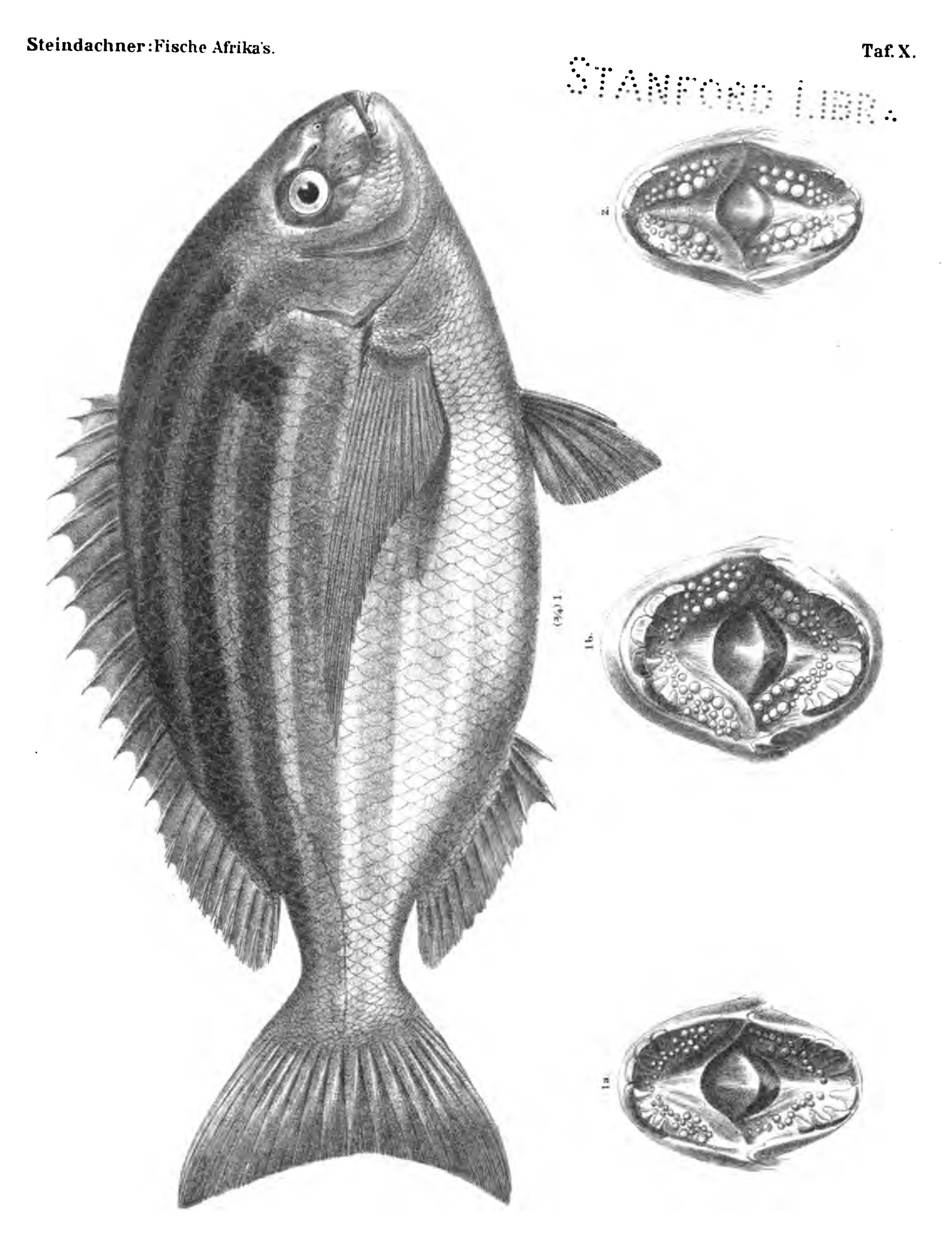
3.

N.d.Nat.gez.u.lith.v.Vinz.Uwira. K.K.Hof-u.Staatsdruckerei.



N. d. Nat. gez. u. lith. v. Vinz Uwira

K. K. Hof- u. Staatsdruckerei.



K.K.Hof-u Staatsdruckerei

29. *Seriola Dumerilii* Risso. . . . . Senegambien.
30. *Lichia vadigo* Risso. . . . . „
31. „ *amia* sp. Lacép. . . . . „
32. „ *glauca* sp. Lin. . . . . „
33. *Sphyraena jello* C. V. . . . . „
34. *Eleotris Maltzani* n. sp.. . . . . „
35. *Mugil öeur* Forsk. (= *M. cephalotus* C. V.) . . . . „
36 *Myxus curvidens* sp. C. V. . . . . „
(36 *a. Myxus ciliilabis* sp. C. V.). . . . . Galapagos-Inseln.
37. *Glyphidodon Hoefleri* n. sp. . . . . Senegambien.
38. *Julis pavo* Hasselq. . . . . „
39. *Cossyphus tredecimspinosus* Gth. (fide Trosch.) . . „
40. *Scarus cretensis* sp. Lin. . . . . „
41. *Pseudoscarus Hoefleri* n. sp.. . . . . „
42. *Chromis niloticus* Hasselq., Steind. . . . . Marigots bei Rufisque.
43. *Ammodytes siculus* Swains.. . . . . Senegambien.
44. *Ophidium barbatum* Lin. . . . . „
45. *Belone choram* sp. Forsk. . . . . „
46. *Exocetus volitans* Lin. . . . . „
47. *Elops saurus* Lin. . . . . „
48. „ *lacerta* C. V. . . . . „
49. *Arius latiscutatus* Gthr. . . . . „
50. *Muraena afra* Bloch. . . . . „
51. „ *melanotis* sp. Kaup. . . . . „
52. *Balistes forcipatus* Gmel. Lin. . . . . „
53. *Torpedo narce* Nardo, Risso . . . . „
54. „ *marmorata* Risso . . . . „
55. *Platyrhina Schoenleinii* Müll. Henle . . . . „
56. *Trygon margarita* Gthr. . . . . „
57. *Branchiostoma lanceolatum* sp. Pall. . . . . „
58. *Polypterus senegalus* Cuv. . . . . Nil, Senegal.
59. „ *bichir* Geoffr. . . . . Nil, Senegal (nach Dum.).
60. „ *Endlicheri* Heck. . . . . Nil.
61. *Exocoetus obtusirostris* Gthr. . . . . Gabun.
62. „ *Holubi* n. sp.? . . . . Äquatorialgegend von West-Afrika.
63. *Acanthurus triostegus* Bl. Schn. . . . . Westküste von Afrika, zunächst dem Congo-Gebiete.
64. *Sargus Pourtalesii* n. sp. . . . . Galapagos-Inseln.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

TAFEL I.

Fig. 1. *Serranus taeniops* C. V., juv.
„ 2. „ *goreensis* C. V.

TAFEL II.

Fig. 1. *Serranus aeneus* Geoffr., juv.
„ 2. *Smaris melanurus* C. V.

TAFEL III.

Fig. 1. *Lutjanus (Mesoprion) Maltsani* n. sp.
„ 2. *Lethrinus atlanticus* C. V.

TAFEL IV.

Scorpaena senegalensis n. sp.

TAFEL V.

Fig. 1. *Chaetodon Hoefleri* n. sp.
„ 2. *Glyphidodon Hoefleri* n. sp.

TAFEL VI.

Fig. 1. *Cossyphus tredecimspinosus* Gthr., juv.
„ 1 *a*. „ „ „ , adult.
„ 2. *Pseudoscarus Hoefleri* n. sp.

TAFEL VII.

Platyrhina Schoenleinii J. Müll. & Trosch., mas.

TAFEL VIII. und IX.

Fig. 1. *Polypterus bichir* Geoffr.
„ 2. „ *senegalus* Cuv.
„ 3. „ *Endlicheri* Heck.
Sämmtliche Figuren nach Exemplaren gleicher Länge und in natürlicher Grösse gezeichnet.

TAFEL X.

Fig. 1. *Sargus Pourtalesii* n. sp.
„ 1 *a* und 1 *b*. Kieferzähne derselben Art bei Exemplaren von 12—14 Zoll Länge, 2mal vergrössert.
„ 2. *Sargus unimaculatus* C. V., Kieferzähne eines Exemplares von $8^3/_4$ Zoll Länge, 2mal vergrössert.

DIE

ZWEIFLÜGLER DES KAISERLICHEN MUSEUMS ZU WIEN.[1]

II.

1. VERSUCH EINER CHARACTERISTIK DER GATTUNGEN DER NOTACANTHEN (LTR.), MIT RÜCKSICHT AUF DIE IM KAISERLICHEN MUSEUM BEFINDLICHEN VON DR. J. R. SCHINER AUFGESTELLTEN NEUEN GATTUNGEN. — 2. VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN DES FLÜGELGEÄDERS DER DIPTEREN NACH ADOLPH'S THEORIE. — 3. CHARACTERISTIK DER MIT SCENOPINUS VERWANDTEN DIPTEREN-FAMILIEN.

VON

PROF. DR. FRIEDRICH BRAUER,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAIS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 15. DECEMBER 1881.

1.

Die hier characterisirten Notacanthen sind im Sinne von Latreille aufgefasst, jedoch mit Ausschluss der Scenopiniden. — Eine Eigenthümlichkeit im Flügelgeäder hat mich bestimmt die Acanthomeriden nach Latreille's und Macquart's Vorgang zu den Tanystomen zu stellen. Die Gruppe *Sicarii* Latreille mit *Chiromyza*, *Coenomyia* und *Pachystomus* wurde mit den Notacanthen vereinigt. — Löw hat bereits darauf aufmerksam gemacht (Stett. Ent. Z. 1850, p. 304), dass beide Familien zusammenfallen dürften und als Bindeglied die Gattung *Arthropeas* bezeichnet. Jedoch wurde das mit Rücksicht auf die Acanthomeriden gethan, da demselben der Unterschied dieser von den Notacanthen nicht bekannt war. Mit Hilfe dieses Merkmals lassen sich aber einerseits *Arthropeas* als verwandt mit *Coenomyia* als Notacanthen und andererseits die Acanthomeriden mit *Coenura* Bigot als zu den Tanystomen gehörig erkennen. Löw hatte ganz Recht, *Arthropeas* zu den Sicarien Latreille's zu stellen, aber diese sind von den Notacanthen nicht zu trennen und gehören in die Gruppe der Xylophagiden, die eng mit den Beriden verbunden sind und nur durch den gegen die Flügelwurzel gerückten Ursprung der zweiten Längsader davon abgetrennt erscheinen. Doch bildet hierin schon *Subula* wieder den Übergang.

Die Notacanthen haben eine einfache oder gabelige dritte Längsader, deren Zinken in letzterem Falle beide vor, an oder nahe der Flügelspitze münden, so dass die hintere Zinke nie von der Spitze weiter entfernt am Hinterrande mündet und nie der vierten Längsader näher gerückt ist als der Spitze.

Bei den Stratiomyiden, inclusive Beriden, entspringt der Stamm der zweiten und dritten Längsader unmittelbar vor der Discoidalzelle aus der ersten Längsader, oder dessen Ursprung fällt kaum nach innen gegen die

[1] Nr. I siehe diese Denkschr. Bd. LXII, p. 105, 1880.

Flügelwurzel zu, wenn man eine Querlinie auf den Flügel durch die Basis der Discoidalzelle zieht. — Bei den Xylophagiden entspringt der Stamm der zweiten und dritten Längsader über der Mitte oder dem äusseren Drittel der hinteren Basalzelle. Erstere haben selten, letztere häufig Sporen an den Schienen.

Die Tabaniden haben stets eine weit gespreizt gabelige dritte Längsader, deren vordere Zinke meist vor der Spitze, deren hintere Zinke aber stets am Hinterrande soweit von der Flügelspitze entfernt mündet, dass sie daselbst der vierten Längsader viel näher gerückt ist, als der Spitze und zuweilen in jene mündet.

Der Unterschied von *Arthropeas* Löw und *Coenura* Bigot ist in der Endgabel der dritten Längsader zu suchen und beide können nicht, wie Osten-Sacken vermuthet, (Cat. of. Dipt. of. N. Am., p. 224, Note 48) zusammenfallen. — Ich zweifle nicht, dass dieser Unterschied im Geäder kein künstliches Merkmal ist, sondern sich auch andere Charactere hinzugesellen werden, um Acanthomeriden, *Coenura* und die früheren Tabaniden zu verbinden. Nach Bigot's schöner Entdeckung gehört *Glutops* Burgess ganz in die Nähe von *Arthropeas*. Ein sehr wichtiges Merkmal habe ich für *Acanthomera* schon in der Larve gefunden, deren Kieferkapsel ganz ähnlich jener der Leptiden gebaut scheint und deren weiche pergamentartige Körperhaut, cylindrische Form etc. an diese Gruppe erinnert. Der Unterschied liegt in den Hinterstigmen, welche in einer tiefen Spalte des letzten Ringes versteckt sind und Chitinplatten darstellen, während dieser selbst mit starken Dornen besetzt und hornig, rauh erscheint. — Ebenso sind die Vorderstigmen entwickelt, am Prothorax gelegen und dadurch die Larve wie die der Xylophagiden amphipneustisch. —

Wenn man die Gesichtsbildung betrachtet, so trennt sich *Coenura* sofort von den, mit nasenartigem Untergesicht versehenen, Acanthomeriden und steht zweifellos nahe der Pangoninen-Gattung *Pelecorhynchus* Macq. — Beide zeigen die Mitte des Untergesichtes breit und schildartig gewölbt. — Ich halte *Coenura* für eine *Pangonine*, während die Acanthomeriden die den Nothacanthen zunächst stehenden Tanystomen darstellen. —

Gewöhnlich werden die Coenomyiden, Xylophagiden und Tabaniden von den Stratiomyiden durch die Randader des Flügels geschieden, die bei jenen um den ganzen Flügel, bei diesen nur bis zur Spitze am Vorderrande verläuft. Es scheint dieses ein zweifelhaftes Merkmal, das zwar bei typischen Stratiomyiden leicht erkannt wird, bei Xylophagiden aber schwankt und unklar wird, indem die verdickte Randader hier einmal bis zur Posticalader, einmal nur bis zur dritten Längsader und einmal nur bis zur Spitze zu verlaufen scheint, (conf.: *Xylophagus, Subula, Rhachicerus.*) — Bei typischen Tabaniden geht die Ader deutlich um den ganzen Rand, ebenso bei Leptiden fast in gleicher Stärke herum. Bei geringer Vergrösserung ist dieses Merkmal deutlicher, als bei stärkerer zu sehen, weil in letzterem Falle auch eine scheinbar fehlende Hinterrandader sichtbar wird, der Unterschied zwischen dem blassen Hinterrande und dunklen Vorderrande verwischt wird und sich Übergänge bemerkbar machen. Interessant ist die Ähnlichkeit von *Leptis* und *Rhyphus* im Geäder, wenn die rudimentäre Analader des letzteren deutlicher wird; Schiner verwechselte in einem solchen Fall beide Gattungen, *Rhyphus* zeigt den verdickten Rand aber nur vorne bis zur Flügelspitze. —

Ein weiterer Unterschied, welcher Tabaniden einerseits, von Xylophagiden, Coenomyiden und Stratiomyiden anderseits, trennen sollte, war die Angabe, dass erstere grosse Schüppchen hätten, diese jedoch bei letzteren fehlen oder klein seien. Auch hierin ist es schwer in einem einzelnen Falle zu entscheiden. So haben manche Gattungen z. B. *Chrysops* entschieden kleine Schüppchen und auch manche wahre *Tabanus*-Art hat die Schüppchen so gestellt, dass sie kleiner erscheinen als sie sind. V. d. Wulp unterscheidet mit Recht als grosse Schüppchen nur jene, welche die Halteren decken, und das ist nur bei Acroceriden der Fall, bei keinem anderen orthorhaphen brachyceren Dipteron.

Von den vielen als Stratiomyiden beschriebenen Thieren ist die Beschreibung so mangelhaft, dass ich die betreffenden Gattungen nicht sicher in die Tabelle einreihen konnte. Hieher gehören viele Walker'sche Genera, deren Namen allein schon abschreckend erscheinen. — Die von Schiner hinterlassenen Beschreibungen der neuen Gattungen sind sehr vollständig und theilweise befinden sich die Thiere im kaiserlichen Museum. — Schiner hat Vorarbeiten zu einer Monographie der Stratiomyiden gemacht, zu welcher er eine Anzahl Abbildungen anfertigte, die sich in der Bibliothek des Herrn v. Bergenstamm befinden. —

Löw hat zwei Gattungen zu undeutlich charakterisirt, d. s. die *G. Bolbomyia,* die vorher im Bernstein fossil gefunden wurde, und die *G. Nothomyia* für *Oxycera metallica* Wd. In Betreff dieser verweise ich auf die Bemerkungen in der Tabelle.

Schiner hat (Verh. z. b. G. 1867, p. 304) die Gruppen der Stratiomyiden besprochen und im Reisewerke der Fregatte Novara die Gattungen kritisch gesichtet. Er stellte die Familie der Rhaphiocerinen auf, und unterscheidet zwölf Pachygastrinen-, drei Hermetiinen-, 19 Sarginen-, 19 Stratiomyinen- und 6 Berinen-Gattungen. — Unter den Pachygastrinen findet sich auch die Gattung *Heteracanthia* Mcq., welche ich bei den Berinen untergebracht habe. Zwischen Hermetiinen und Sarginen ist es schwer eine scharfe Grenze zu ziehen, ich stelle zu den drei Gattungen, die Sch. aufführt, noch *Campeprosopa* Mq., *Amphilecta* Sch. und *Toxocera* Mcq. hinzu und glaube, dass Schiner's Gattung *Lagenosoma* mit *Massicyta* Wlk. identisch ist. Schiner führt *Campeprosopa* unter den Beriden auf, mit denen sie keine nähere Verwandtschaft zeigt. — Von den Sarginen möchte ich als besondere Gruppe die Gattungen *Cacosis* Wlk., *Chrysochlora* Mcq., *Chromatopoda* etc. abtrennen, welche keine Querader zwischen Discoidalzelle und Posticalzelle haben. — Ob *Culcua, Evaza, Saruga, Aulana* bei den Stratiomyinen richtig stehen, ist aus Walker's Beschreibung nicht zu entnehmen. Sie können ebensogut in andere Hauptabtheilungen, z. B. zu den Pachygastrinen gehören. Dagegen gehört *Antissa* Wlk., synonym mit *Cyanauges* Phil., entschieden in die Nähe der Berinen, und ist durch die gespornten Mittelschienen sehr verwandt mit *Acanthomyia.*

Eine scharfe Grenze zwischen den Sarginen mit linearen Fühlern ohne besonderen Complex und den Stratiomyiden aus der Gruppe *Clitellaria,* ebenso zwischen diesen und den Hermetiinen mit gefiederter Fühlerborste oder linearen Fühlern (*Lagenosoma, Campeprosopa, Amphilecta*) lässt sich nicht festhalten. — *Campeprosopa* bildet auch den Übergang von den Hermetiinen und Stratiomyiden (*Clitellaria*), bei welchen die Discoidalzelle an die fünfte Hinterrandzelle (Posticalgabel) anstösst, zu jenen (Sarginen), bei welchen sie durch eine zwischentretende Querader davon getrennt wird *(Acrochaeta).* — An Stelle der Querader findet man eine breite chitinisirte Leiste, welche der nach hinten ausgezogenen Gegend der Discoidalzelle bei *Clitellaria* entspricht. Dass Sarginen der Gruppe *Analcocerus* mit der Gruppe der Clitellarien sehr verwandt sind, ergibt schon der Vergleich der Thiere, sowie auch *Oxycera* mit den Rhaphiocerinen auffallende Ähnlichkeiten besitzt. — Die Rhaphiocerinen haben jedenfalls mehr Ähnlichkeit mit der Gruppe der Clitellarien, als mit den echten Sarginen. Ich war daher gezwungen die Gattung *Campeprosopa* an zwei Stellen aufzuführen um deren Bestimmung zu ermöglichen. —

Die Unterscheidung der 7—8 Glieder des Abdomens ist bei den Beriden nicht immer leicht, und da die geringere Anzahl der Segmente bei den Stratiomyiden durch Verkümmern oder Einziehen der letzten Segmente entstanden ist, so geräth man oft in Zweifel. Eine scharfe Trennung wird für die Dauer nicht möglich sein. Die Gattung *Cyanauges* zeigt nur fünf Hinterleibsringe, besitzt aber Sporne an den Mittelschienen wie *Acanthomyia* unter den Berinen, mit denen sie auch das reich gedornte Schildchen gemein hat. Bei *Acanthomyia* wird es dagegen bei dem Männchen schwer sieben Hinterleibsringe nachzuweisen, nur fünf sind deutlich, die letzten eingezogen, wogegen bei dem Weibchen mit vorgeschobener Legeröhre (welche ja aus den letzten Segmenten gebildet wird) acht Abdominalringe erscheinen. — Dieser Unterschied ist daher nur ein sehr relativer, in den meisten Fällen mag er indess genügen die Thiere zu bestimmen. Im natürlichen Systeme werden Stratiomyiden, Pachygastrinen und Beriden niemals drei gesonderte Gruppen bilden können, sondern nur Endpunkte gewisser Entwicklungsrichtungen einer einzigen Gruppe darstellen, die man ebensogut als grosse Gattung gelten lassen könnte. — Im Körperbau der Larven, soweit sie bekannt sind, herrschen nur geringe Modificationen. —

In welcher Beziehung die Chiromyziden zu dieser Hauptgruppe stehen, lässt sich ohne Kenntniss der Verwandlung nicht mit Sicherheit sagen, da dieselben auch viele Beziehungen zu den Leptiden zeigen. Immerhin scheinen sie aber mehr mit den Beriden verwandt, unter welchen es auch Formen mit unbewaffneten Schildchen gibt (*Metoponia*). — Entscheiden müsste die Larve, welche, wenn mit der von *Xylophagus* verwandt, die Chiromyziden in eine andere Gruppe brächte. Bei den Xylophagiden finden wir zwei Abtheilungen, deren eine

(*Subula*) durch die Larve und deren Verpuppung an die echten Stratiomyiden, die andere (Xylophagus) aber an Tabaniden erinnert und eine freie Nymphe zeigt. Der Kopf der Larve gleicht aber noch mehr dem der Stratiomyiden-Larve, die Xylophagiden- und *Subula*-Larven sind aber amphipneustisch.

Die Gruppe der Xylophagiden zeichnet sich durch das verschiedene Flügelgeäder von den Stratiomyiden aus, indem der Stamm der zweiten und dritten Längsader mehr gegen die Flügelwurzel zu entspringt. Doch wird dieser Unterschied schon bei *Subula* undeutlich und weist einen Übergang nach. — Aus der Beschreibung der *Coenomyia*-Larve von Beling geht hervor, dass sie mit den Xylophagen näher verwandt ist, als mit den Beriden etc. — Inwiefern sie von den Tabaniden abweicht, müsste durch eine eingehendere Beschreibung des Kopfes nachzuweisen sein. Von den Tanystomen nähern sich durch das Flügelgeäder einerseits die Leptiden, namentlich durch die nicht gespreizte Gabel der dritten Längsader, anderseits durch die Fühler die Tabaniden, die jedoch durch die gespreizte Gabel der dritten Längsader sehr abweichen. —

Eine grössere Arbeit über Stratiomyiden ist von A. Gerstaecker (Linn. Ent. T. XI, p. 261. 1857) veröffentlicht und enthält sehr schätzenswerthe Beiträge zur Kenntniss der Gattungen und Arten. Der Verfasser behandelt jedoch nur die Stratiomyiden im engeren Sinne und sein Material ist leider für die ganze Gruppe ein zu kleines gewesen. — Von den beiden Gruppen, welche Gerstaecker p. 319 aufstellt, würde die erste beiläufig meinen Clitellarien, die zweite meinen Stratiomyiden entsprechen. — Von der weiteren Theilung, durch das Fehlen oder Vorhandensein der dritten aus der Discoidalzelle ausgehenden Ader, habe ich nur wenig Gebrauch gemacht, da, im Gegensatz zu den Pachygastrinen, bei welchen diese Ader gänzlich fehlt, bei den Stratiomyiden stets ein Rudiment derselben als Zinke oder Falte vorhanden bleibt. — Wenn meine Arbeit aber sehr unvollkommen geblieben, so liegt das weniger an einer ungenügenden Benützung der Literatur, als an den zum grossen Theil mangelhaften Beschreibungen vieler Gattungen.

Folgende Werke haben auf die hier zusammengestellten Gattungen Bezug. (Eine vollständige Literatur kann des Umfanges wegen hier nicht gegeben werden.)

Bigot: Annal. Soc. Entom. France 3. s. T. IV. 1856, p. 80.
„ „ „ „ „ 3. s. V. 1857, p. 283,
„ „ „ „ „ 5. s. IX. 1879.
Gerstaecker: Linn. Entomolog. T. XI. 1857. p. 261.
Haliday (Walker): List of Diptera Ins. 154. 1848.
Jaennicke: Abh. d. Senkenberg. naturf. Gesellsch. Bd. 6. 1866—67. p. 311—408. Taf. XLIII—IV.
Löw H.: Dipteren Süd-Afrika's.
„ „ Stett. Ent. Zeitg. 1850. p. 304.
„ „ Verh. d. k. k. zool. botan. Gesellsch. 1855. p. 131. (*Sargus*)
„ „ Die Bernstein-Dipteren. Programm d. Realschule zu preuss. Meseritz. 1850.
„ „ Berlin. Ent. Zeitg. IX, X, XVI. — Centur. I. 1861 II. 1862; III. u. IV. in 1863; V. 1864.
„ „ Dipt. Americae sept. indigena.
„ „ Monographs of the Dipt. North America. Part. I. Smith's Miscell. Collect. P. 1. 1862.
„ „ Meigen Supplem. I. 248.
Macquart: Diptères exotiques I—III u. Suppl. 1—5. 1838—1855.
Meigen: System. Beschreib. d. europ. Zweifl. Bd. 3.
Osten-Sacken: Western. Diptera. Bull. Unit. St. Geolog. survey. Vol. III, Nr. 2. 1877.
„ Diptera Malayana. 1881 extr. aus: Atti dagli Annal. Museo. Civic. di St. Nat. di Genova. Vol. XVI 4—7. Febr. 1881.
„ Catalog of Dipt. of N. Am. Smith's Miscell. Coll. Nr. 270. 1878.
Philippi: Verh. d. k. k. zool. botan. Gesellsch. Wien. Vol. XV. p. 729..
Rondani: Dipterologiae Italicae Prodromus. Vol. I. 1856.
Schiner: Fauna Austriaca. Diptera. I. 1860.
„ Verh. d. k. k. zool. botan. Gesellsch. Wien. 1864. 193, 201; 1865. 237; 1867. 631, 731.
„ Reise der Fregatte Novara. Diptera. 1868. Zool. Th. Bd. II. Abth. I.
Snellen v. Vollenhoven: Batav. Acad. Sc. Natura. XV. 1863. — Verlag en Medd. k. Acad. Wetensch. 1863. f. 1—3.
Thomson: Konigl. Svenska Fregat. Eugenies Resa. II. Zool. 1. Insect. Diptera. 1868.

Walker Fr.: List of dipterous Insects of the British Museum. III et Suppl.
„ „ Journal of the Proceedings. Linn. Soc. Vol. III, IV, V u. VI.
„ „ Insecta Saundersiana. Vol. I. Diptera. 1856.
„ „ Transact. Entomol. Soc. London. T. V. 1858—61. 294.
Wiedemann: Aussereuropäische Zweiflügler. Vol. I, II.

Bestimmungstabelle der Gattungen der Notacanthen.

Anmerkung. Zum Verständniss der Tabellen berufe ich mich auf das in meiner ersten Arbeit über die Dipteren der kais. Museums p. 125 Gesagte. Die eingeklammerten Zahlen hinter der freien Nummer links führen zu den Gegensätzen in auf- oder absteigender Richtung, die eingeklammerten Zahlen vor den Gattungsnamen sind aber die Nummern dieser Gattungen und dieselben, welche im Inhalte den Gattungen vorgesetzt sind. Später während der Arbeit eingeschaltete Gattungen haben daher oft die gleiche Nummer mit der zunächst verwandten oder möglicherweise damit identischen Gattung, da eine Änderung der Nummern sehr umständlich erschien. — (Siehe Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. math.-naturw. Classe. XLII. Bd. I. Abth. 1880. p. 125.

1. (92, 93.) Hinterleib 5—6ringlig, alle Schienen ohne Endsporne.
2. (23.) Aus der Discoidalzelle, oder aus dieser und der hinteren Basalzelle entspringen nur drei zum Flügelrande gehende Adern (drei Discoidaladern), die erste, zweite und vierte, die dritte fehlt. Letzte Hinterrandzelle (Posticalzelle) an die Discoidalzelle stossend und die vordere Zinke der Posticalader einen Theil des Hinterrandes dieser Zelle bildend. Vierte Hinterrandzelle fehlend, erste, zweite, dritte und fünfte (Posticalzelle) vorhanden.
3. (12.) Fühler, bei Profilansicht, an die Unterseite des Kopfes gerückt und dort entspringend.
4. (7.) Drittes Fühlerglied gabelig, complicirt.
5. Der obere Gabelarm des dritten Fühlergliedes mit einer Endborste und einem seitlichen Fortsatze (Cuba). (1.) *Chauna* Löw.
6. Der obere Gabelarm des dritten Fühlergliedes mit einem Enddorne, ohne Seitenfortsatz. (Brasilien). (2.) *Blastocera* Gerst.
7. (4.) Drittes Fühlerglied nicht gabelig und nicht complicirt; undeutlich gegliedert.
8. (11.) Drittes Fühlerglied mit einer Endborste.
9. (10.) Schildchen mit zwei Dornen.
   a) Drittes Fühlerglied kurz, gleichmässig rundlich. (Südamerika). (3.) *Panacris* Gerst.
   b) Drittes Fühlerglied länglich rund, am Ende plötzlich verengt. (Südamerika). (4.) *Spyridopa* Gerst.
10. (9.) Schildchen mit vier Dornen. Augen behaart. (Südamerika). (10.) *Artemita* [1] Wlk.
    Hieher scheinen die Gattungen *Nerua* Wlk. [Aru-Ins.] (Linn. Soc. Journ. III), *Evaza* Wlk. (ibid. I) und *Culcua* Wlk. (l. c. I) (O.-Indien) zu gehören. Bei *Evaza* und *Nerua* soll das Abdomen länger und kaum breiter als der Thorax sein, bei *Culcua* dagegen ist der Hinterleib breiter und kürzer. Wahrscheinlich fällt *Evaza* und *Nerua* zusammen. — Vergl. auch *Trichochaeta* Big. Ann. Soc. Ent. fr. 1879, p. 190. Siehe *Beridae*.
11. (8.) Fühler mit Griffel oder Endlamelle oder spitzem Endgliede, aber stets ohne feine Borste am Ende.
    I. Drittes Fühlerglied einen länglichen, von den folgenden Gliedern oft schwach abgegrenzten Complex bildend, oder mehr weniger in die einzelnen Glieder aufgelöst, die Fühler daher mehrgliederig, bis 10gliederig erscheinend, mit kurzem Griffel.
    a) Thorax sehr verlängert, nach vorne verengt, Schildchen wenigstens mit vier Dornen. Fühler 7gliederig, am Grunde dicker. (Südamerika, Ceylon) (5.) *Acanthina* Wd.

---

[1] *Acanthina pulchripennis* Schin. stimmt mit Walker's Beschreibung von *Artemita*. Die Art war in der Coll. Winth. fälschlich als *Acanth. hieroglyphica* bezeichnet. Später stellt Schiner sie zu *Spyridopa* G., das Scutellum ist aber 4dornig.

b) Thorax nicht länger als breit, kurz, vorne nicht auffallend verengt, Fühler lang und fast überall gleich dick, im Ganzen 10gliedrig. Schildchen 4dornig. (P. Natal.)

(6.) *Diphysa* Mcq. Dipt. exot. Suppl. IV, 43.

(*Diphysa* Mcq. Dipt. exot. Suppl. I, p. 46 aus Brasilien, Taf. 5, Fig. 1 gehört fraglich zu den Pachygastrinen als n. G. in die Nähe von *Wallacea*, *Chauna* oder *Ptilocera*).

II. Drittes Fühlerglied einen 4—5gliedrigen Complex bildend, der einen dicken spindelförmigen oder dünnen leistenförmigen langen Endgriffel trägt.

a) Endgriffel dick, spindelförmig, kaum zweimal so lang als der Basaltheil der Fühler. Vier Scutellardornen. (Afrika). (7.) *Phyllophora* Mcq. non Thoms.

b) Endgriffel schmal, gerade, meist aufgerichtet, leistenförmig, einseitig gefiedert, fast dreimal so lang als der Basaltheil der Fühler. Kleine Querader zuweilen fehlend. Vier Scutellardornen.

(8.) *Tinda* Wlk.

= *Biastes* Wlk. = *Elasma* Jaenn. = *Phyllophora* Thoms. et Schiner, non Mcq. — (O.-Indien).

(Wohin (9.) *Adraga* Wlk. Linn. S. Journ. III, 82 von den Aru-Inseln gehört, ist nicht zu ersehen. Schildchen ungedornt. Geäder wie bei *Clitellaria*. Siehe *Cl. aberrans* Schin.)

Zweifelhaft für diese Gruppe bleibt auch die Gattung (15.) *Rosapha* Wlk. (Journ. Proc. Linn. Soc. IV, 100. Celebes) = *Calcochaetis* Big. (Ann. Soc. Ent. fr. (5) IX, 1879, p. 189). Es ist aus den Beschreibungen nicht zu ersehen, ob die Fühler auf der Mitte des Profiles oder unterhalb sitzen. Nach Osten-Sacken unterscheidet sie sich von *Tinda* (Austro-Malayan Diptera Beccari p. 25.) durch die längeren Fühler, deren letztes Glied beiderseits mikroskopisch gefiedert ist (bei *Tinda* einseitig), wie bei *Hermetia*. Der Thorax ist nach vorne verengt. Vier Scutellardornen, davon die zwei mittleren grösser. Erste Hinterrandzelle am Ende zweiwinkelig (spitz bei *Tinda*), weil die kleine Querader vorhanden. Beim ♂ stossen die Augen über den Fühlern eine beträchtliche Länge zusammen. Stirne des ♀ mässig breit. Von *Ptilocera* würden sie die nur mikroskopisch behaarten Fühler, von *Wallacea* Dol. das nur 4dornige Schildchen unterscheiden.

Ebenso zweifelhaft bleibt *Nemotelus singularis* Mcq. Dipt. exot. Spl. I, 57. 2, Taf. 6, Fig. 4 (Columbien), der nach Schiner und Löw kein *Nemotelus* ist, sondern zu den Pachygastrinen gehört.

12. (3.) Fühler auf der Mitte des Profiles eingefügt. (Conf. die Anmerkungen zu den zweifelhaften Gattungen bei der vorigen Gruppe.

13. (18.) Schildchen bewehrt und zwar:

14. *a)* Mit Einem feinen Dorne; Hinterleib ausserordentlich breit. (Guinea). (11.) *Platyna* Wd.

b) Mit Einem sehr dicken Dorne. Hinterleib kaum breiter als der Thorax. (Mexico).

(11 *a*.) *Cynipimorpha* Brau.

15. — mit mindestens zwei Dornen.

16. Fühler zusammengesetzt, mit borstigen Fortsätzen oder gekrümmten Seitenanhängen. Schildchen mit vier Dornen in der Regel. (Ost-Indien, Afrika). (12.) *Ptilocera* Wied. non. Mcq.

Ob die Gattung *Trichochaeta* Bigot. (Ann. S. Ent. fr. [5.] IX 1879. 190. Ternate) — hieher gehört ist nicht zu bestimmen. Das Geäder scheint das der Pachygastrinen zu sein. Die geschlossene vierte Areola wird wohl die Analzelle sein sollen, eine wirklich geschlossene vierte Hinterrandzelle findet sich bei *Subula*, dann sind aber vier Adern aus der Discoidalzelle entspringend. Das Schildchen ist 4dornig. Vergleiche die folgende Gattung.

17. Fühler einfach, ohne kamm- oder borstenartige Fortsätze an der Seite, pfriemenförmig mit feiner Endborste und spindelförmigem Complex (drittes Glied). Schildchen 8dornig, davon die zwei mittleren grösser, die seitlichen (je drei) klein. (Ost-Indien.)

(13.) *Wallacea* Dol. = *Gabaza* Wlk. (Conf. Nr. 15 *Rosapha*).

18. (13.) Schildchen unbewehrt.

19. (20, 22.) Drittes Fühlerglied lang, schmal, undeutlich 4ringlig, darauf eine kurzgefiederte lange fadenartige Borste. (Durch das unbewehrte Schildchen von *Rosapha*, durch die Lage der Fühler von *Tinda* etc. verschieden) (Ceylon.). (14.) *Acraspidea* Brau.

   Zweifelhaft ist ob die Gattung Nr. 19 *Enoplomyia* Bigot (Batchian) hieher gehört, deren Fühler ähnlich gebaut erscheinen.

20. (22.) Drittes Fühlerglied kugelförmig, 4ringlig, mit einer Endborste.

21. Endborste der Fühler nackt. (Europa, Nord-Amerika, Asien). (16.) *Pachygaster* Mg.

   (Vergleiche die Gattung *Obrapa* Wlk. (Nr. 17) von den Aru-Inseln).

   Endborste der Fühler gefiedert (Radak- oder Marschalls-Inseln.) (18.) *Lophoteles* Löw.

22. (19, 20.) Drittes Fühlerglied (Complex) schmal, nach dem Ende zu dünner, 6ringlig. Griffel 2gliedrig, kurz; Augen nackt. (Caffraria Afrika). (20.) *Sternobrithes* Löw.

   Die verwandte Gattung *Wallacea* Dol. (Natk. Tijdsch. nederl. Ind. XVII. 82. 1858) hat ein bewehrtes Schildchen; — v. supra. —

23. (2.) Aus der Discoidalzelle oder aus dieser und der hinteren Basalzelle entspringen vier zum Rande gehende Adern, es sind also fünf Hinterrandzellen vorhanden, oder es fehlen nur die Vorderen derselben. Die dritte ist oft verkürzt oder rudimentär als Falte vorhanden. In letzterem Falle stets eine Querader zwischen Discoidal- und Posticalzelle.

24. (51.) Fünfte Hinterrandzelle an die Discoidalzelle anstossend und oft einen beträchtlichen Theil des Hinterrandes derselben bildend. Die vordere Zinke der Posticalader geht daher als vierte Discoidalader aus der Discoidalzelle und nicht erst aus der hinteren Basalzelle hervor. (Es ist Rücksicht zu nehmen auf jene Fälle, wo die Discoidalzelle gegen die Posticalzelle schmal nach hinten ausgezogen ist, z. B. *Ephippium* und dieser schmale Raum derselben oft stark chitinisirt einer breiten platten Querader gleicht, wie das bei *Campeprosopa* der Fall ist, oder die fünfte Zelle nur in einem Punkte trifft. Solch Gattungen sind in der Tabelle 2mal berücksichtigt.) —

25. (30.) Fühler mit haarfeiner Endborste, die fast länger ist als die übrigen Glieder zusammen. Sie bestehen aus zwei kurzen Basal-Gliedern und aus dem mehrringligen Complexe der auf das zweite folgenden Glieder. Schildchen unbewehrt.

26. Augen dicht behaart, Leib metallisch, Hinterleib nicht breit, länglich oval. (Neuholland.) (49.) *Chromatopoda* Schin.

27. Augen nackt. —

28. Fühlerborste am Grunde meist kurz gefiedert. Hinterleib höchstens 2mal so lang als breit. Drittes Fühlerglied lang, robust. (Süd-Amerika). (50.) *Cacosis* Wlk.

   (52.) *Drasteria* Schin. (Bahia) hat einen schmäleren Hinterleib.) —

29. Fühlerborste nackt, Leib schmal, drittes Fühlerglied schlanker. (Isle d. France.) (Brasilien?) (51.) *Chrysochlora* Mcq.

   NB. Homonom gegliedert erscheinen die Fühler bei der Gattung *Campeprosopa* Mcq. (Java) (Nr. 56 u. 71), deren Geäder in Betreff der Angaben (bei Punkt 24, 30 u. 51) über die Discoidalzelle schwankend ist.

30. (25.) Fühler mit kurzer Endborste, oder ohne solche, mit Griffel; oder mit gegliederter Endlamelle; oder mit langer dicht 2zeilig gewimperter Endborste, die eine Lamelle vortäuscht, oder linear, fast homonom gegliedert, die Glieder oft sehr undeutlich.

31. (37.) Hinterleib schmal und lang, meist flach gewölbt oder bandartig, oder am Grunde verengt, keulen- oder flaschenförmig.

32. Fühler linear, undeutlich gegliedert, auswärts gedreht. Schildchen mit zwei Dornen. (Java) (56. 71.) *Campeprosopa* Mcq. (conf. *Toxocera* inf. Nr. 77.) —

   Fühler nahe am Mundrande, schlank, auswärtsgebogen, auf das zweite Glied folgen acht deutliche Glieder mit kurzem Endbörstchen. Fühler daher 10ringlig. Alle vier Discoidaladern aus der Discoidalzelle; Cubitalzelle breit. Schildchen unbewehrt. (*Congorh.*?) (72.) *Amphilecta* Schin.

   Verwandt mit *Toxocera*. (77.)

33. Drittes bis sechstes Fühlerglied zusammen viel länger, als das erste und zweite Glied, einen undeutlichen Complex bildend, dann mehrere kleine Glieder, auf welche ein langer, aus flachen Gliedern zusammengesetzter Complex (Endlamelle) folgt, wodurch die Fühler zungen- oder keulenförmig erscheinen. Zuweilen ist die Endlamelle nur eine dicht zweizeilig behaarte Endborste, also schwungfederartig.

34. Scheitel tief eingesattelt, zwischen den Augen concav, Thorax schmäler als der Kopf. (Guinea Afrika.) (73.) *Thorasena* Mcq.

Scheitel nicht tief eingesattelt, zwischen den Augen etwas gewölbt. —

35. (36.) Hinterleib vom dritten Ringe gegen die Basis zu stark verengt, nach hinten breit, flaschenförmig oder keulig. — Endlamelle der Fühler gewöhnlich dicht zweizeilig gefiedert, federartig, weil die Haare so dicht stehen, dass sie sich vollkommen decken. Augen des ♂ zusammenstossend, die des ♀ breit getrennt. (Neuholland.) (74.) *Lagenosoma* Schin.

Bei (76.) *Massicyta* Wlk. von den Aru-Inseln und Singapur soll der Hinterleib keulenförmig sein, also wie bei *Lagenosoma*. Beide sind wahrscheinlich identisch. —

Toxocera Mcq. (77.) von Java ist mit den Arten der vorigen Gruppe Punkt 32 zu vergleichen und scheint verwandt mit *Amphilecta* Schin. Die Fühler sind mehr linear, die Endlamelle undeutlich abgegrenzt, sie sitzen nahe am Mundrande. Die Augen des ♂ sehr genähert. Schildchen ungedornt wie bei *Amphilecta* Schin. Von *Aulana* trennt sie der längere Leib. Siehe *Lasiopa*.

36. Hinterleib gleichbreit, bandartig, nur am Grunde, vor oder hinter dem ersten Segmente etwas verengt, das Ende bei dem Weibchen abgestutzt mit zwei gegliederten Scheidentastern, beim Männchen abgerundet, in der Mitte etwas winklig eingeschnitten. Endlamelle der Fühler keulen- oder spindelförmig, flach, bandartig, mehrgliedrig. Stirne in beiden Geschlechtern breit, beim ♂ nur etwas schmäler. (Süd- und Central-Amerika, Amboina, Neuholland.) (75.) *Hermetia* Ltr.

(Vergleiche auch *Salduba* Wlk. (Gattung Nr. 65, Punkt 85 der Tabelle. —) Aru Ins. —

37. (31.) Hinterleib kurz, meist nur doppelt so lang als breit, oder kürzer, rund oder oval.

38. Erstes Fühlerglied drei- bis viermal so lang, als das zweite; die auf das zweite folgenden acht Glieder setzen scheinbar ein spindelförmiges langes Glied mit kurzem kegeligen Endgriffel zusammen. (Süd-Europa, Afrika, Neuholland.) (21.) *Pycnomalla* Schin. Gerst.

39. Erstes Fühlerglied höchstens doppelt so lang, als das zweite oder kürzer.

40. Die auf das zweite Fühlerglied folgenden vier bis fünf Glieder bilden scheinbar ein 4—5ringliges ovales, oder gegen das Ende stark verdünntes, drittes einfaches Glied mit zwei- oder mehrgliedrigem Griffel, dessen Basalglied kurz, dessen Endglied dick spindel-, oder fein borstenförmig und oft praeapical ist und durch Behaarung zuweilen dicker erscheint. — Oder die Fühler sind linear, aus ungleich langen Gliedern ohne Complexe zusammengesetzt.

41. (48.) Schildchen gedornt.

42. Rückenschild vor der Flügelwurzel jederseits mit einem starken Seitendorn. (Europa) (22.) *Ephippium* Ltr.

a) Hieher gehört (23.) *Engonia* Schin. = *Nigritomyia* Bigot. — Bei *Ephippium* ist die Discoidalzelle nach hinten gegen die fünfte Hinterrandzelle schmal ausgezogen und mit dieser nur eine kurze Strecke in Berührung, während bei *Engonia* beide Zellen breit aneinander stossen, so dass die zweite und dritte Discoidalader ebenso weit von einander entspringen, als die dritte und vierte. Der Hinterleib ist bei *Engonia* länglich oval (bei *Ephippium* breit rund), alle Discoidaladern erreichen den Hinterrand. (Type: *maculipennis* Mcq.) Ost-Indien, Manilla. —

b) Ob die Gattung (24.) *Ampsalis* Walker (Linn. Soc. Journ. Vol. IV., p. 98. 1859/60. Makessar Diptera) hieher u. z. zu *Engonia* Sch, oder zu *Campeprosopa* Mcq. gehört, bleibt zweifelhaft. Das Schildchen ist 2dornig, der kürzere Hinterleib würde für Ersteres, die langen linearen Fühler für Letzteres stimmen. —

Ebenso möchte ich (ad 23) die Gattung *Tracana* Wlk. (l. c. p. 99) zu *Engonia* Schin. stellen. — (Makessar.)

Bei *Ampsalis* und *Tracana* ist jedoch nicht angegeben, ob der Rückenschild einen Seitendorn besitzt. — Vergl. die nächste Gruppe.

43. (42.) Rücken ohne Seitendorn vor der Flügelwurzel. —

44. Fühler dick, fast gleichmässig gegliedert, die zwei letzten Glieder und das erste Glied länger, im ganzen 8gliederig, der Complex (drittes Glied). 6gliedrig. (Mexico.) (26.) *Euparyphus* Gerst.

a) *Clitellaria aberrans* Schin. bildet eine neue zwischen *Euparyphus* und *Clitellaria* stehende Gattung (25.) *Octarthria* Brau. (Schin. Nov. Reise Diptera.). Fühler auf der Mitte des Profiles, im Ganzen 10gliedrig, der Complex allein (drittes Glied) 8ringlig. — Schildchen 2dornig. (Neuseeland.) (Conf. *Ampsalis* Wlk.)

b) Die Gattung (27.) *Euryneura* Schin. unterscheidet sich von *Euparyphus* Gerst. durch das dritte Fühlerglied (Complex), das bei *Euparyphus* 6ringlig, bei *Euryneura* 5ringlig ist. — Von *Clitellaria* trennt sich *Euryneura* durch das fast rudimentäre Endgriffelchen der Fühler und durch den flachen Hinterleib, ferner durch die mit der Discoidalzelle breit zusammenstossende Posticalzelle (5. Hinterrandzelle). Bei *Euryneura* sind die Fühler unter der Mitte des Profiles nahe dem Mundrande sitzend. Schildchen mit zwei Dornen. — (Mexico.)

45. (44.) Fühler mit mehr abgesetztem Endgriffel und auch die auf das zweite Glied folgenden vier Glieder einen länglichen Complex bildend.

46. Fühlergriffel mehr weniger dick, Hinterleib oval. (Europa, Amerika, Afrika, Asien.) — (28.) *Clitellaria* Mg.

Cl. chalybea ist auszuschliessen, siehe *Neorondania* (61.); ebenso *Cl. aberrans* siehe oben. (44.) — Die Gattung *Artemita* Wlk. siehe bei *Pachygastrinen* bei Nr. 10. —

47. Fühlergriffel borsten- oder haarförmig fein. Hinterleib stark gewölbt und fast kugelig, kurz. Europa, Nord-America, Celebes, Süd-America. — (34.) *Oxycera* Meig.

Die Gattung (29.) *Musama* Wlk. Linn. S. Journ. VII. 1864. 205 scheint hieher zu gehören. — (Mysol.)

48. (41.) Schildchen ungedornt.

Zweifelhaft für diese Abtheilung sind:

(31.) *Gobertina* Bigot. 1879. (Afrika) und *Saruga* Wlk. (ad 30.) (Linn. Soc. Journ. IV. 101 1860.) (Celebes.) Diese müssten hier oder bei den Pachygastrinen untergebracht werden. Wenn es richtig ist, dass, wie Walker sagt, das Flügelgeäder wie bei *Oxycera* gebildet ist, so wären hier ihre nächsten Verwandten. Das dritte Fühlerglied soll rund, die Fühler überhaupt sehr kurz, die Borste schlank sein. Scheitel buckelig, Augen nackt, Schildchen aufrecht kegelig. —

49. Gesicht mehr weniger kegelig vorgezogen, nasenartig. Europa, Asien, Afrika, Amerika. (30.) *Nemotelus* Gffr.

50. Gesicht nicht nasenartig vorgezogen. Griffel 2gliedrig, vorher der 4ringlige Complex und zwei Basalglieder. Europa, America, Afrika, Asien. (32.) *Lasiopa* Brullé.

a) Hieher gehört wohl die Gattung (33.) *Brachycara* Thomson (Eugen-Resa) von den Rossi-Inseln. Auf das zweite Fühlerglied folgen vier Glieder und ein 1gliedriger Griffel mit zwei Borsten am Ende. Augen nackt. Schildchen ungedornt. Schienen ohne Sporne.

b) Die Gattung (ad 32.) *Aulana* Wlk. (Linn. Soc. Journ. VII. 204 1864. Mysol. —) soll in die Nähe von *Clitellaria* und *Lasiopa* gehören. — Schildchen ungedornt, gross, aufrecht dreieckig. Fühler spitz, borstenförmig, kaum kürzer als der Thorax, undeutlich gegliedert. Hinterleib kurz breit. Beine unbewehrt. Die Gattung scheint verwandt mit Nr. 77. *Toxocera* Mcq. (siehe oben bei 35) hat aber einen kurzen breiten Hinterleib.

c) Von *Lasiopa* hat Schiner in der kaiserlichen Sammlung die Gattung (ad 32) *Thylacosoma* s. abgetrennt. Gesicht nicht nasenartig vorgezogen, nur nach unten der Mundrand hinabgezogen. Fühler-

griffel 3gliedrig, dick, behaart. Vorher ein 5gliedriger spindelförmiger Complex und zwei kurze gleichlange Basalglieder. Hinterleib viel breiter als der Thorax, kugelig. Augen behaart, beim ♂ zusammenstossend. (*Amboina.*) — Ich zweifle nicht, dass diese Gattung mit *Ruba* Wlk. (Linn. S. Journ. IV. 100) identisch ist. Nur durch die Species-Beschreibung war es möglich die Walker'sche Gattung zu deuten. — (Celebes.)

51. (24.) Fünfte Hinterrandzelle durch eine kurze Querader von der Discoidalzelle getrennt, die vordere Zinke der Posticalader daher keinen Theil des Hinterrandes dieser Zelle bildend und als letzte Discoidalader (4.) aus der hinteren Basalzelle entspringend.

52. (72.) Fühler mit dünnem borstenartigen oder dickem Endgriffel, oder ohne Griffel, aus mehreren ungleichen Gliedern zusammengesetzt, linienförmig oder keulenförmig, das Endglied zuweilen einer dicht behaarten Borste gleichend; aber niemals zeigen die Fühler eine sehr feine und lange End- oder Seitenborste.

(Man vergleiche Nr. 54 der Tabelle mit Nr. 72. oder Hermetiiden und Sargiden.)

53. (70.) (71.) Zweite Längsader deutlich von der dritten geschieden, dritte am Ende stets gegabelt.

54. (58.) Endglied der linienförmigen Fühler lang, fadenförmig, meist auswärts gekrümmt und oft behaart, zuweilen mit kurzer Endborste. Hinterleib schmal, nicht breiter, oder sogar schmäler als die Brust. —

Die hier folgenden Gattungen gehören zu den Sarginen ad Nr. 72 bis zu Punkt 58. Gattung 53, 54, 55. —

55. Schildchen bewehrt, Fühler 8ringlig. (Brasilien.) (53.) *Analcocerus* Löw.

Die bereits früher erwähnte Gattung (Nr. 56 und 71 in der Tabelle und Punkt 32.) *Campeprosopa* Mcq., Suppl. IV. T. 5. f. 4 (Sumatra, Java), welche auch zwei Dornen am Schildchen besitzt, könnte durch das variable Geäder in dieser Gruppe gesucht werden. Bei *Campeprosopa* sind die Fühler linear, vom dritten Gliede an sehr undeutlich gegliedert — ich zähle im Ganzen zehn Glieder — und sitzen an einem kleinen kegeligen Stirnfortsatze. Die Discoidalzelle stösst meist an die Posticalzelle und ist an der Stelle schmal und gebräunt, oder die trennende Querader verbreitert. (Siehe 30, 32 und 41 der Tabelle.)

56. Schildchen unbewehrt.

57. Fühler 4gliedrig. (Central- und Süd-Amerika.) Man vergleiche auch Nr. 72. (54.) *Acrochaeta* Wd.
Fühler 5gliedrig. (Sumatra, Java.) Man vergleiche auch Nr. 72. (55.) *Eudmeta* Wd.

58. (54.) Endglied der Fühler einen borstenartigen, oder dickeren Griffel darstellend, kurz, oder mit den vorhergehenden drei bis sieben Gliedern des Complexes scheinbar Ein dickes Endglied oder eine Keule oder spitze Pfrieme bildend, auch zuweilen dick und knopfartig. Leib meist kurz und breit, oft platt.

NB. Die Gattung *Exochostoma* Mcq. unterscheidet sich von den verwandten dieser Gruppe durch die einfach bleibende dritte Längsader. Vergl. Nr 71 *b* in der Tabelle. — (S.-Europa, N.-Amerika.)

59. Schildchen unbewehrt, auf das zweite Fühlerglied folgen acht Glieder (d. h. drittes Fühlerglied geringelt und mit Einschluss des Griffels 8ringlig), das letzte (Griffelglied) etwas verlängert. (Central- und Süd-Amerika.) (35.) *Chordonota* Gerst.

60. Schildchen mit Dornen bewehrt.

61. (62.) Auf das zweite Fühlerglied folgt eine 8ringlige in der Mitte breitere, gegen das Ende verdünnte, oder gleichdicke lange Geissel oder Keule. Erstes Fühlerglied höchstens 2—3mal so lang, als das zweite. (Central- und Süd-Amerika.) (36.) *Cyphomyia* Wd.

Auf das zweite Fühlerglied, welches nur etwas kürzer, als das erste ist, folgen sieben, einen schlanken spindelförmigen Complex bildende, Glieder mit apicalem, feinen, borstenförmigen Endgriffel (das achte Fühlerglied).

Von *Chordonota* durch den feinen Endgriffel (achtes Fühlerglied) und zwei Dornen am Schildchen verschieden. Der Griffel ist viel kürzer als der Complex der sieben vorhergehenden Glieder. (St. Thomas.)
(37.) *Neorondania* O. S. = *Rondania* Jaen. (Typ. *Clitellaria chalybea* Wd.)

62. (61.) **Auf das zweite Fühlerglied folgen weniger Glieder. Endkeule mit oder ohne Griffel, 3—5ringlig.**
63. **Endkeule am Ende mit herzförmigem breiten Knopf, 4ringlig. Erstes Fühlerglied lang, 4mal so lang als das zweite.** (Süd-Europa.) (38.) *Alliocera* Saund.
64. **Endkeule spindelförmig, am Ende spitz, 3—5ringlig.**
65. **Erstes Fühlerglied 3—4mal so lang als das zweite, Keule 5ringlig.** (Europa, Asien, Amerika, Afrika.) (39.) *Stratiomys* Geoffr.

Rondani unterscheidet noch die Arten:
mit nackten Augen — *Stratiomys* s. s. Type (*chamaeleon*)
mit behaarten Augen — *Thyreodonta* Rd. Typen: *strigata, riparia, furcata.*

66. (65.) **Erstes Fühlerglied kurz, weniger als 3mal, meist nur 2mal so lang als das zweite oder kürzer.**
67. **Fühler auf einem Stirnfortsatze eingefügt.** (Brasilien.) (Zweifelhaft.) (40.) *Metabasis* Wlk.
Fühler der Stirne selbst aufsitzend.
68. Kopf vorne kegelig vorgezogen. (Amazonenstrom.) (Zweifelhaft hieher gehörend.) — (41.) *Promeranisa* Wlk.
69. Kopf nicht vorgezogen vorne. Dritte Discoidalader oft rudimentär. — (Kosmopolit.) (42.) *Odontomyia* Meig.

Rondani unterscheidet die Arten:
mit behaarten Augen — *Psellidotus* Rond. (Typen: *elgans, nigrita, tigrina*)
mit nackten Augen — *Odontomyia s. str. ornata* Meig.

Bigot errichtete für *Odontomyia nexura (Mysol)* Wlk. (V. Ann. Soc. Ent. franç. 1877 Bull. 74) die Gattung *Euceromys* (43.) mit behaarten Augen, gedorntem Schildchen und stumpfkegeligem Gesichte. Griffel kurz, dick, zäpfchenartig. —

70. (53.) **Zweite Längsader rudimentär, mit der dritten verwachsen und diese ohne Endgabel sich an den Rand anlegend. Keine Submarginalquerader.** (Europa.) (44.) *Oplodonta* Rond. (Type: *O. viridula.*)
71. (53.) **Zweite Längsader vorhanden, die einzige, d. h. innere Submarginalquerader bildend, dritte Längsader am Ende einfach, daher die zweite, äussere Submarginalquerader fehlend.**
   I. **Erstes Fühlerglied 4mal so lang als das zweite. Geissel 8ringlig, spindelförmig.** (Nord-Amerika, Süd-Europa.) (45.) *Exochostoma* Mcq.
   II. **Erstes Fühlerglied kürzer, wenig länger als das zweite oder so lang als dieses.** —
   a) **Fühler linear, unter der Mitte des Profiles sitzend, die 8ringlige Geissel kurz behaart, in ein feines spitzes Endglied auslaufend. Augen des ♂ zusammenstossend.** (Brasilien.) (46.) *Melanochroa* Schin.
   b) **Fühler linear, die 8ringlinge (undeutlich) Geissel kurz behaart, mit dickem, griffelartigen Endgliede, das dieselbe mehr gleichdick, fadig erscheinen lässt, oder in der Mitte (die vier ersten Glieder) verdickt.** (n. G. Mexico.) (47.) *Myxosargus* Brau.
   c) Fühler wie bei *Oxycera*, das letzte Glied klein oval. — Dort ist eben der Complex (drittes Glied) klein, oval, mit einer Endborste. — (Nord-Amerika.) (48.) *Nothomyia* Löw. (Cent. VIII. 4. 1869.)

Die Gattung ist von Löw sehr kurz beschrieben. Wenn man von dem Bau der Fühler absieht, so stimmt *Melanochroa dubia* Schin. mit *Nothomyia scutellata* überein.

Die neue Gattung *Myxosargus* m. aus Mexico (vide Nr. 47) hat ein auffallend schildartig nach unten gewölbtes Gesicht und sieht (35.) *Chordonota* in den Fühlern ähnlich, hat aber ein *Scutellum bispinosum.*

72. (52.) **Fühler mit langer feiner End- oder Seitenborste an dem Complexe. — Auf das zweite Fühlerglied folgen aber mehrere einen Complex bildende Glieder, der, seiner oft undeutlichen Gliederung wegen, als ein einfaches, oft breites drittes Fühlerglied erscheint, das eine End- oder Rückenborste trägt.** Man vergleiche Nr. 57.
73. (81.) Schildchen mit einem langen Fortsatze, oder mit zwei Enddornen, oder wenigstens mit zwei Knötchen am Hinterrande. (Letztere sind allerdings oft sehr schwach ausgedrückt.) **Fühlerborste endständig oder**

kaum vor der Spitze an der Oberseite des Complexes sitzend. Kopf kaum breiter als der lange Thorax vorne, klein wie bei *Scatophaga*. Schläfen sehr breit.

74. (79.) (80.) Schildchen mit zwei Enddornen.

75. Fühlerborste seitenständig. (Brasilien.) (57.) *Basentidema* Mcq.

76. Fühlerborste endständig.

77. Vorletzte Vorderrandzelle (zwischen zweiter und dritter Längsader und dem Vorderrande) sehr lang. (Brasilien.) (58.) *Hoplistes* Mcq.

78. Vorletzte Vorderrandzelle kurz, beiläufig so lang als die letzte Randzelle. Fühlerborste 2gliedrig. (Brasilien.) (59.) *Rhaphiocera* Mcq.

79. (74.) Schildchen mit einem langen nach hinten und oben gerichteten Fortsatze. Fühlerborste kaum apikal. (Brasilien) (60.) *Dicranophora* Mcq.

80. Schildchen am Ende mit zwei kleinen Knötchen. Fühlerborste endständig. (Brasilien.) (61.) *Histiodroma* Schin.

81. (73.) Fühlerborste an der Oberseite des Complexes seitenständig oder endständig. Schildchen stets unbewehrt, ohne Fortsatz, ohne Dornen und ohne Knötchen, der Hinterrand ganz. Kopf in der Regel breiter als der Rückenschild, der nach vorne kaum verengt ist; Augen gross, Schläfen nicht oder kaum erweitert. —

82. (89.) Augen bei beiden Geschlechtern getrennt; die aus der Discoidalzelle ausgehenden Adern deutlich, dunkel.

83. Zweites Fühlerglied an der Innenseite über das dritte (den Complex) nagel- oder fingerartig hinübergreifend, d. h. dasselbe dort mit einer Lamelle theilweise deckend. Nicht metallische Arten. (Nord-Amerika, Ost-Indien, China.) (62.) *Ptecticus* Löw.

84. Zweites Fühlerglied nicht auf den Complex hinübergreifend. —

85. (88.) Punktaugen in gleicher Entfernung von einander.

Die Gattung (64.) *Compsosoma* Schiner unterscheidet sich von den folgenden Sarginen durch den langen, pfriemenförmigen, 4gliedrigen dritten Fühlerabschnitt mit langer, feinen, auswärtsgebogenen, am Grunde verdickten, 2gliedrigen Endborste. Von *Ptecticus* trennt sie die einfache Form des zweiten Fühlergliedes. Von der Gruppe *Chromatopoda* S. ist sie durch die Querader zwischen Discoidal- und Posticalzelle verschieden. (Zwei Arten aus *Venezuela*.) —

Ich vermag nicht zu entscheiden, ob die Gattung (65.) *Salduba* Wlk. (Linn. S. Journ. Bd. 3, p. 79. 1859. Aru-Inseln) hieher gehört oder zu Nr. 25 der Tabelle in die Gruppe *Chromatopoda*. — Osten-Sacken führt die Walker'schen Arten auf, ohne Rücksicht auf die Mängel der Gattungscharakteristik und stellt sie zwischen *Acanthina* und *Ptilocera* also zu den Pachygastrinen. Die Worte Walker's „flagellum longum lanceolatum“ würden auch an eine *Hermetine* denken lassen, um so mehr als Macquart die Gattung *Diphysa*, wozu irrthümlich *Beris spinigera* (*Exaireta*) gehört, auf derselben Tafel (21. Dipt. exot. I.) nicht abbildet, wodurch Walker den unpassenden Namen *Sald. diphysoides* hergenommen haben mag. — *Salduba* soll einen schmalen, fast linearen, flachen Hinterleib haben, während die von Macquart als *Diphysa* abgebildeten Formen (Suppl. IV) unserer Tabelle einen kurzen dicken Hinterleib zeigen, Alles das passt mehr auf *Beris spinigera* Wd. und auf *Hermetia*, als auf die wahre *Diphysa*. Ich habe nämlich nicht die Ansicht über *Beris spinigera* und *Diphysa* (Mcp. I. 21), welche Löw (in Nowicki conf. p. 72, Nr. 101 dieser Abh.) ausgesprochen hat und halte mit Schiner daran fest, dass Macquart eine echte *Diphysa* als *Xylophagus spiniger* Wd. falsch bestimmt, dagegen den *Xylophagus spiniger* Wd. als *Beris spinigera* neu beschrieben hat, da er ihn aus der Wiedemann'schen Beschreibung nicht erkannte. — Die Zahl der Fühlerglieder passt auch mehr auf *Hermetia*; denn Walker sagt: Antennae capite transverso valde longiores; articuli primo ad septimum breves, flagellum longum, lanceolatum, subarcuatum. —

86. Hinterschenkel und Basis der Fühlerborste verdickt; Hinterleibseinschnitte heller, über den Fühlern ein perlweisses Querbändchen. (Bogota, Brasilien.) (63.) *Merosargus* Löw.
87. Hinterschenkel nicht verdickt, Basis der Fühlerborste kaum verdickt, erstes Fühlerglied sehr kurz. (Europa, Nord- und Süd-Amerika.) (66.) *Chrysonotus* Löw.
88. (85.) Punktaugen in ungleicher Entfernung voneinander, das vordere weit vorgerückt, von den anderen entfernt. (Europa, Nord- und Süd-Amerika, Asien.) (67.) *Sargus* F.

Bigot hat die Arten mit gestieltem Hinterleibe als Gattung (70.) *Pedicella* S. (Süd-Amerika.) abgetrennt (Ann. Soc. Ent. fr. 1856 85. Essai.). Diese Gattung erhielt in derselben Zeitschrift (1879, p. 187 und 225) den neuen Namen (70.) *Macrosargus* Big. Die Type ist *Sargus tenuiventris* Bigot, vielleicht die Gruppe von *Sarg. coarctatus* Mcq. und *S. stamineus* Wied. d. i. *Merosargus* Löw.

89. (82.) Augen der Männchen vorne zusammenstossend; die aus der Discoidalzelle ausgehenden Längsadern sehr fein und hell, undeutlich. —
90. Augen stark behaart. (Europa, Afrika, Amerika, Asien.) — (68.) *Chrysomyia* Mcq.
91. Augen fast nackt. (Afrika, Europa, Amerika, Süd-Asien.) — (69.) *Microchrysa* Löw.
92. (1.) Hinterleib mit 5 (♂) — 6 (♀) Ringen; Mittelschienen allein mit einem deutlichen Endsporne. Schildchen mit 10—12 gegen die Mitte zu grösseren Dornen am Hinterrande. Augen behaart, beim Männchen in einer Naht zusammenstossend, beim ♀ breit getrennt. Fühler auf der Mitte des Profiles, kurz; erstes und zweites Glied etwas länger als breit, kurz, hierauf ein neungliedriger (incl. Griffel), am Grunde dicker, am Ende feinspitziger, spindelförmiger oder pfriemenförmiger Complex. — Vier Discoidaladern, die dritte verkürzt. Posticalzelle der Discoidalzelle anliegend, keine Querader inzwischen. Dritte Längsader am Ende gegabelt. (Chili, Neuholland.) (78.) *Cyanauges* Phil.

Die Gattung *Antissa* Wlk. halte ich für identisch mit *Cyanauges* Phil. Das kaiserliche Museum besitzt ein Originalexemplar von *Antissa cuprea* Wlk. vom Cape York, welches ganz auf die Gattungsbeschreibung von *Cyanauges* passt; nur sind die Fühler stumpfer, der Complex am Grunde nicht verdickt, sondern mehr gleichdick. Die Farbe des Thieres ist indess schön metallisch blaugrün. Schiner stellte die Fliege, wohl durch ein Versehen, in die Gattung *Acanthina*, als *A. azurea* Gerst., mit der sie nichts gemein hat. Der Zettel an der Nadel trägt den Namen *Antissa cuprea.* —

93. (1.) Hinterleib mit sieben oder mehr sichtbaren Ringen. Die letzten Ringe beim Männchen oft sehr kurz und eingezogen (*Acanthomyia*), beim Weibchen dagegen verlängert und oft eine Legeröhre bildend.
94. (95.) Dritte Längsader am Ende einfach, nicht gegabelt. Flügel lang, meist trübe, ohne deutlichem Randmale. Schildchen ungedornt, Leib schlank, Thorax compress, buckelig; Hinterleib schmal, beim Weibchen spitz; Beine schlank und lang, Schienen ohne Endsporne. Nur drei Discoidaladern, Posticalzelle der Discoidalzelle anliegend, keine Querader inzwischen. Fühler kürzer als die Kopfbreite 7gliedrig, das zweite Glied am grössten, die letzten vier sehr klein, einen griffelartigen Endcomplex bildend. Augen des Männchens zusammenstossend, die des Weibchens breit getrennt, der Kopf des letzteren schmäler als der Thorax vor dem Schildchen. (Süd-Amerika.) (90.) *Chiromyza* Mcq.

Hieher gehören die von Walker mangelhaft oder fehlerhaft beschriebenen Gattungen *Inopus* (patria?) und *Nonacris*. (Süd-Amerika.) Für erstere hat bereits Schiner (Novara Dipteren) sich in dieser Richtung ausgesprochen. Die kleinen Glieder am Ende der Fühler sind von Walker wohl nicht berücksichtigt worden und darum diese nicht mit den Fühlern der Stratiomyiden und Tabaniden übereinstimmend.

95. (94.) Dritte Längsader am Ende gegabelt. Flügel mässig lang oder kurz, gefärbt oder hyalin, meist mit deutlichem Randmale, Schildchen gedornt oder unbewehrt, Thorax wenig gewölbt.
96. (109.) Der gemeinsame Stamm der zweiten und dritten Längsader entspringt aus der ersten Längsader unmittelbar über (das ist vor der Discoidalzelle, wenn man eine Querlinie über den Flügel zieht) dem inneren Ende der Discoidalzelle oder kaum etwas mehr gegen die Basis des Flügels. Hinterleib nach hinten breit, platt, die letzten Ringe klein.

97. (100.) Aus der Discoidalzelle oder aus ihr und der hinteren Basalzelle entspringen nur drei Discoidaladern, die erste, zweite und vierte; die dritte fehlt oder ist rudimentär. Schienen ohne Sporne. Posticalzelle der Discoidalzelle anliegend.

98. Schildchen mit Dornen bewehrt, und zwar:
   a) mit sechs Dornen, Augen nackt. (Mexico.) (79.) *Oplacantha* Rd.
   b) mit sechs Dornen, Augen behaart. (Europa, Nord- und Süd-Amerika.) (80.) *Beris* Ltr.
   c) mit acht Dornen, Augen behaart, (Patagonien.) (81.) *Hadrestia* Thoms.
   d) mit zehn Dornen u. z. zwei grossen behaarten Mitteldornen und vier kleineren dicken Seitendornen. (Columbien) (82.) *Heteracanthia* Mcq.

99. Schildchen ohne Dornen, glattrandig. (Europa, Amerika, Neuholland.) (83.) *Metoponia* Mcq.

Die Gattung (84.) *Hylorus* Philip. (Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. Wien, XV., Taf. XXVI., p. 33. Chile) halte ich für nahe verwandt oder für identisch mit *Metoponia*. — Vergleiche hier auch noch *Nemotelus singularis* Mcq. — p. 64 in dieser Abh.

Die von Walker beschriebenen Genera *Tinda*, *Nerua*, *Evaza* und *Culcua* mit vier Dornen am Schildchen, siehe bei den Pachygastrinen.

100. (97.) Aus der Discoidalzelle oder aus ihr und der hinteren Basalzelle entspringen vier Discoidaladern. — Fünf Hinterrandzellen, die dritte Discoidalader oft verkürzt, den Rand nicht erreichend.

101. Discoidalzelle an die fünfte Hinterrandzelle (Posticalzelle) stossend, nicht von ihr durch eine Querader getrennt.

Den Gegensatz bilden nur *Exaireta Straznitzkii* und *analis* Nowicki von den Aucklands-Inseln, nicht Neuseeland; wenn die Angabe (p. 14. Separate deutsche Uebersetzung, Krakau 1875: Mem. Krak. Acad. Bd. 2) richtig ist, dass nämlich bei diesen Arten die vierte Discoidalader aus der hinteren Basalzelle kommt, wodurch die Discoidalzelle durch eine Querader von der fünften Hinterrandzelle getrennt sein müsste.

102. Schildchen ungedornt. (? *Pachygastrina*) (Neuholland.) (85.) *Anacanthella* Mcq.

103. Schildchen gedornt, mit vier Spitzen.

104. Mittelschienen mit zwei ungleichen Spornen. Leib breit, kurz. Augen behaart. (Europa.) (86.) *Acanthomyia* Sch.

(*Cyanauges* Phil. (siehe oben) unterscheidet sich durch 10—12 Dornen am Schildchen und durch den 5—6ringligen Hinterleib.)

Die von *Clitellaria* als Untergattung *Artemita* Wlk. abgeschiedene Gruppe (*Clit. Halala* und *Amenides* Suppl. I. p. 61 Cat. dipt. gehören nach einer Type Schiner's zu den Pachygastrinen.

105. Mittelschienen ungespornt.

106. Augen behaart — (Europa, ? Neuseeland.) (87.) *Actina* Meig.

107. Augen nackt.

108. Dritte aus der Discoidalzelle kommende Ader nur am Basaldrittel deutlich, dann eine Falte, rudimentär. Körper gleichbreit, Beine ziemlich dick. (Europa, Süd-Amerika, Neuseeland.) (88.) *Chlorisops* Rond.

Dritte Discoidalader fast bis zum Rande deutlich, aber denselben nicht erreichend. Körper lang, schlank, Xyloten-ähnlich, Beine schlank, die Hinterbeine sehr lang mit verdickten Schenkeln. (Mexico, Neuholland.) (89.) *Exaireta* Schin.

Osten-Sacken ändert den Namen *Exaireta S.* in *Neoexairete S.* und stellt mit Löw (in Nowicki l. c.) hiezu als Synonym die Gattung *Diphysa* Mcq. Tom. I. — Mir scheint diese Annahme ganz willkürlich, weil die Beschreibung von *Diphysa* niemals auf *Exairete* angepasst werden kann. Macquart sagt ausdrücklich (p. 172), dass *Diphysa* nur vier Hinterrandzellen hat (ebenso in der Tabelle p. 171). — Wenn M. als Type den *Xylophagus spiniger* Wd. anführt, so muss hier ein Bestimmungsfehler Macquart's vorliegen, da er gleich darauf (dieselbe Seite) die Wiedemann'sche Art neu als *Beris Servillei* beschreibt. — Die in den Nachträgen beschriebenen Diphysa-Arten

(Suppl. IV.) stimmen auch wirklich mit der Gattungsbeschreibung und sind Pachygastrinen. — Siehe Schiner (Novara-Reise.)

109. (96.) Der gemeinsame Stamm der zweiten und dritten Längsader entspringt über der Mitte oder über dem äusseren Drittel der hinteren Basalzelle aus der ersten Längsader und ist somit mehr gegen die Flügelwurzel gerückt. Schienen mit Spornen u. z. an allen Beinpaaren oder nur am zweiten und dritten Paare. (2, 2, 2 oder 0, 2, 2.)

110. (111.) Discoidalzelle der Posticalzelle anliegend u. z. eine längere Strecke mit ihr verbunden. Schildchen mit zwei kleinen Dornen. (Europa, Nord-Amerika.) (93.) *Coenomyia* Ltr.

Discoidalzelle nur eine ganz kurze Strecke der Posticalzelle anliegend. Schildchen unbewehrt. (Chile.) (94.) *Heterostomus* Big.

Die Gattung (95.) *Lagarus* Phil. (Verh. z. b. G. Wien XV.) soll eine offene Discoidalzelle haben. (Chile.)

111. (110.) Discoidalzelle von der Posticalzelle durch eine kurze Querader getrennt.

112. (114.) Vierte Hinterrandzelle und die Analzelle offen. —

113. Fühler linear, gegen das Ende wenig verdünnt, — Basalglieder länger als breit —, mit der Geissel 10gliedrig. (Nord-Amerika.) (97.) *Glutops* Burgess.

Fühler pfriemenförmig, an der Spitze dünn, die Basalglieder kurz, zylindrisch, das dritte kugelig. Geissel 7gliedrig, also ebenso die Fühler 10gliedrig. (Nord-Asien, Nord-Amerika.) (96.) *Arthropeas* Löw.

114. (116, 112.) Analzelle am Rande sehr verengt und geschlossen oder gestielt; vierte Hinterrandzelle offen.

115. Drittes Fühlerglied 8ringlig. (Europa, Amerika.) (98.) *Xylophagus.*

(Drittes Fühlerglied 3ringlig. (Europa.) (99.) *Pachystomus* Ltr.

Pachystomus ist nach der Type in der Coll. Winth. ein Weibchen von *Xylophagus cinctus* mit deformirten Fühlern. — Das Exemplar scheint das Original zu Panzers Abbildung zu sein.

116. (114, 112.) Vierte Hinterrandzelle und die Analzelle geschlossen und meist gestielt.

117. (119.) Fühlerglieder halbmondförmig, deutlich von einander abgesetzt, zahlreich, eine lange schnurförmige Geissel bildend; oder undeutlich abgesetzt, lang und stets eine schnur- oder fadenförmige Geissel von der Länge des Thorax bildend.

118. Fühlergeissel unten durch Fortsätze der einzelnen Glieder gekämmt. (Java) (100.) *Antidoxion* Snellen.

Fühlergeissel perlschnurförmig oder gesägt, ohne lange Fortsätze. (Nord-Amerika.) (101.) *Rhachicerus* Halid.

Die Gattung (102.) *Macroceromys* Bigot (Ann. S. Ent. Fr. 1877, Bullt. LXXIII) (Mexico) scheint mit *Rhachicerus* zunächst verwandt zu sein. — Ausser den zwei kurzen cylindrischen Basalgliedern sollen 10—11 undeutlich geschiedene längere Geisselglieder vorhanden sein. Augen nackt. Taster aufgerichtet, erweitert. Drei Adern aus der Discoidal-, eine aus der hinteren Basalzelle. Wenn Bigot aber von fünf hinteren Längsadern spricht, so kann als erste doppelt gabelige nur die dritte Längsader verstanden sein und wenn er von einer Verbindung der vierten und fünften Ader spricht, so ist das in unserem Sinne eine Verbindung der dritten und vierten Discoidalader oder mit anderen Worten eine geschlossene vierte Hinterrandzelle, — da ausserdem noch die Analzelle als geschlossen angegeben wird. Nur durch diese Deutung wird die Beschreibung verständlich. — Der Unterschied von *Rhachicerus* bestünde demnach hauptsächlich in den längeren, undeutlich von einander abgegrenzten Geisselgliedern. — Siehe die nächste Gruppe. —

119. (117.) Fühlergeisselglieder nicht deutlich von einander durch Einschnitte abgegrenzt, kurz, eine dicke pfriemenförmige 8ringlige kurze Geissel bildend, die beiden Grundglieder kurz. (Europa, Süd- und Nord-Amerika, Ostindien.) (103.) *Subula* Meig.

Die Gattung (ad 103) *Solva* Wlk. (Celebes) halte ich nach dem Geäder (vierte Hinterrand- und Analzelle geschlossen) und wegen der verdickten Hinterschenkel, gebogenen Schienen und der undeutlich geringelten Fühler für *Subula* Mg. oder eine nahestehende Gattung. —

Wohin die Gattung (104.) *Bolbomyia* Löw (Nord-Amerika) (Bernstein-Fauna, Programm d. Real-Schule zu Meseritz 1850) zu stellen sei, vermag ich nicht zu entscheiden. Osten-Sacken stellt sie zu *Subula.* Löw vergleicht sie mit der mir nur aus Wiedemann's kurzer Beschreibung bekannten Gattung *Ruppelia.* Bei beiden ist die Zahl der Haftlappen an den Tarsen nicht erwähnt. — *Bolbomyia* soll nach dem zweiten Fühlergliede eine 4—5ringlinge Geissel besitzen, von deren Gliedern das erste angeschwollen ist. — Wenn das Geäder ähnlich wie bei *Ruppelia* ist, so würde es durch die geschlossene vierte Hinterrandzelle und Analzelle auch mit *Subula* ähnlich sein. Doch soll *Ruppelia* nur einen 4gliedrigen Hinterleib haben. Die Schienen haben zwei Sporne an allen Beinen nach dem Bilde. Wiedemann stellt die Gattung *Ruppelia* zu den Xylotomen, wohin er *Thereva* bringt. Löw bleibt, trotz der Untersuchung lebender nordamerikanischen Formen, über die systematische Stellung in Zweifel. Siehe *Xylophagidae.* Dipt. N.-Am. I., p. 17. — Die Angabe in der Species-Beschreibung: „cellula submarginalis secunda perlonga, apicem versus dilatata; cellula discoidalis subtrigona, oblique truncata, cellula posterior secunda breviter pedunculata, cellula analis clausa" stimmt auch mit *Xestomyza Kollari,* spricht also für Thereviden. Es scheint der Zweifel über die systematische Stellung in der Unkenntniss über die Fühler der Thereviden zu liegen. — (Siehe Mik. Verh. zool. bot. Ges. 1881, p. 329.)

Beschreibung neuer oder bisher mangelhaft charakterisirter Gattungen und Arten nach J. Schiner's Catalog.

(10.) *Artemita pulchripennis* Schin.

(*Acanthina pulchrip.* S. olim.) verwandt mit *Clit. Halala* Wlk. Cat. Dipt. III. 523.

♀ Lebhaft ockergelb, der Rückenschild vorne etwas verschmälert, mit sehr kurzen dichten goldgelben Haaren besetzt, die in gewisser Richtung sich zu einer vorne verbundenen Haarstrieme reihen. Eine gerade dunkelbraune Strieme längs der Mittellinie des Rückens und längs den Seiten von der Flügelwurzel nach vorne. Brustseiten gegen unten und hinten zu schwarzbraun, mit äusserst kurzen weissen Haaren dicht besetzt. Hinterleib hoch gewölbt, kurz, fein punktirt; der zweite Ring auf der Mitte schwärzlich, der dritte und vierte ganz schwärzlich, ebenso der Bauch in der Mitte. Die Grenze dieser Farben nirgends scharf, sondern allmälig ineinander übergehend. Der ganze Rücken aber mit äusserst kurzen weisslichen Härchen dicht besetzt. — Schildchen etwas erhoben, mit einer Randleiste, von welcher vier Dornen entspringen, von denen die mittleren die längsten sind.

Kopf ockergelb, das Stirndreieck zurückgehend, am Rande weisse Leisten, da wo es endet ein auffallendes Höckerchen. Die übrige Stirne bis zum Scheitel ziemlich breit, in der Mitte der Länge nach eingedrückt. Der Ocellenhöcker warzenartig erhoben, glänzend schwarz. Der Schläfenrand wulstartig entwickelt, doch einen schmalen hinteren Augensaum bildend. Augen behaart, ziemlich grob facettirt. Rüssel etwas vorstehend, behaart.

Die Fühler tiefliegend im Profile, nahe am Mundrande eingefügt, lebhaft ockergelb; die beiden ersten Glieder kurz, fast gleichlang, das dritte Glied (Complex) etwas länger als das erste und zweite, 4ringlig, der erste Ring desselben am breitesten. Der kurze Griffel schwärzlich und in eine feine kurze Borste endigend, etwas haarig.

Beine ganz einfarbig ockergelb. —

Flügel lang und schmal, glashell, am Randmal ein intensiv brauner Fleck, der sich nach hinten gabelig fortsetzt, so dass die Basis der ersten Hinterrandzelle und auch die Spitze und Basis der Discoidalzelle braun gefärbt sind. An der Spitze eine ebenso gefärbte braune Binde, die verwaschen fast bis zum Hinterrande reicht, die Spitze etwas getrübt. Cubitalader deutlich und weit vor der Spitze gegabelt. Die Discoidalzelle sechsseitig und mit der dritten Längsader tangirend, die kleine Querader daher fehlend. Die erste Discoidalader etwas bogig geschwungen. Alle Adern kräftig, theilweise braun, theilweise gelbbraun. Schwinger licht ockergelb.

Körperlänge 8mm, Flügellänge 7mm, über den Leib 5mm hinausreichend.

Brasilien: (Coll. Winthem. fälschlich als *Acanthina hieroglyphica* bezeichnet).

Von *Spyridopa* unterscheidet sich die Gattung durch die vier Dornen am Schildchen.

(11*a.*) ***Cynipimorpha*** n. G.

Hinterleib 5ringelig, kurz, kugelig, alle Schienen unbewehrt. Nur drei Adern aus der Discoidalzelle, die erste, zweite und vierte, die dritte fehlt. Fühler im Profile auf der Mitte angeheftet. Stirne des Weibchens breit, höckerig, Augen des Männchens zusammenstossend. Ocellen auf einem Höcker. Thorax mit tiefen Nähten und hohen Buckeln am Rückenschilde. Schildchen aufrecht, spitz, dreieckig, am Ende ein dicker aufrechter Dorn. Fühler complicirt. — Erstes Glied etwas länger als das zweite, becherförmig; zweites halb so lang, napfförmig, am Rande mit Borsten, an der Innenseite und Unterseite der Rand in einen zungenförmigen Fortsatz verlängert, der der Innenseite des Complexes (dritten Gliedes) eingedrückt anliegt, (wenn die hellere Stelle nicht dem Complex allein angehört?). Complex länger als die zwei ersten Glieder, rauh, durch kurze Haare aussen, spindelförmig, sehr undeutlich aus 4—5 Gliedern bestehend, am Ende verdünnt und vor demselben an der Aussenseite eine zweigliedrige nach aussen gewendete feine Borste mit langem, etwas dickeren Grundgliede tragend. Der Complex selbst setzt sich gerade in einen dicken, etwas platten, gleichdick bleibenden oder gegen das Ende dickeren Griffel fort, der die halbe Länge des Complexes erreicht. Die ganze Körperform ist cynipidenartig. — Flügeladern deutlich, Discoidalzelle rhomboidal, da die erste und zweite aus ihr entspringende Ader dicht nebeneinander an der äusseren Vorderecke entspringen. Die kleine Querader fehlt und stosst die Zelle an der inneren Vorderecke mit dem Stamme der zweiten und dritten Längsader zusammen. Gabel der dritten Längsader deutlich, weit vor der Spitze, Analzelle geschlossen und lang gestielt. Ursprung der vierten Längsader nach innen von der Discoidalzelle rudimentär, fehlend. — Die Gattung ist zunächst mit *Platyna* Wd. verwandt.

C. ***Bilimecki*** n. sp.

Schwarz, punktirt und rauh mit kurzen borstigen Haaren. Stirne am Augenrande weissschimmernd, sonst glänzend schwarz, wie das Untergesicht, Kopf beim ♂ mit dem Ocellenhöcker, sonst flach, beim Weibchen unter diesem je ein grösserer Stirnbuckel und die Wangen wulstig. Fühler am Grunde und an der Unterseite des Complexes bleich gelb, oben vom zweiten Gliede an ganz schwarz und rauh. Borste und Griffel schwarz. Thorax sehr buckelig, schwarz, besonders oben mit feinen, aber sehr kurzen, nicht dicht stehenden silberglänzenden Haaren, die undeutliche Längsstriemen bilden, eben solche Haare am Schildchen, der einfache Enddorn aber schwarz und so behaart. Hinterleib schwarz mit wenigen unter den schwarzen hervorstechenden Silberhaaren. Halteren gelb mit weissen Köpfchen. Beine bleichgelb, die Schenkel mit verwaschenem bräunlichen Ringe in der Mitte. Flügel glashell, die Adern bleich gelbbraun, nur die Randader am Grunde, ebenso die erste Längsader bis zum Flügelmale und die fünfte bis zur Discoidalzelle schwarzbraun. Hinterrücken schwarz. Metatarsen der Hinterbeine etwas kürzer als die Schienen.

Körperlänge 4mm, Flügellänge 4mm.

Mexico: Cuernavaca, Orizaba, gesammelt von Prof. Bilimek, im kais. Museum. Vier Exemplare.

(14.) ***Acraspidea*** n. G.

Körper länglich, kurz- und zartbeinig, Fühler länger als der Kopf, fadenförmig, behaart, auf der Mitte des Profiles sitzend. Schildchen unbewehrt, parabolisch, schief aufgerichtet. Hinterleib 5ringlig, rund; alle Schienen ohne Sporne. Aus der Discoidalzelle oder aus dieser und der hinteren Basalzelle nur drei Adern zum Hinterrande gehend, die erste, zweite, und vierte, die dritte fehlt. Vier Hinterrandzellen. — Erstes Fühlerglied länger als das kurze zweite. Drittes Fühlerglied lang, schmal, undeutlich 4ringlig, darauf eine kurzgefiederte lange fadenartige Borste. Durch das unbewehrte Schildchen von *Rosapha*, durch die Lage der Fühler von *Tinda* verschieden.

A. Felderi n. sp.: schwarz und ebenso kurz behaart, Stirne unter dem Fühlern breit und lang, glänzend. Oben die Augen zusammenstossend, Ocellen auf einen Höcker. Fühler am Grunde (1. u. 2. Glied) gelb, die Basis des dritten und die Geissel braun oder ganz schwarz, ebenso kurz behaart. —

Thorax robust, wulstig, oben rauh und punktirt, von der Quernaht an in der Mitte bis zur ganzen Breite des Hinterrandes ein dreieckiger Fleck aus bleichgelben kurzen Haaren gebildet. Hinterleib schwarz, breiter als der Thorax, Genitalien klein, hinten vorstehend, braun. — Halteren hellgelb. Beine gelb, die Schenkel mit braunem Ringe. Metatarsen sehr verlängert, die der Mittelbeine sehr dünn, aber kürzer als die Schienen. Flügel glashell, am Flügelmal gebräunt und von der zweiten Unterrandzelle (Submarginalzelle) bis vor die helle Spitze vorne stark rauchgrau, so dass die erste Unterrandzelle einen weissen Fleck am Vorderrande zwischen zwei dunklen Wischen bildet. Analzelle vor dem Rande ziemlich lang gestielt, weit. Adern braun. Hüften, Spitzen der Tarsen und Haftlappen schwärzlich. — 5—6^{mm}. Ceylon Rambodde. (Nitner) ♂.

(23.) *Engonia* Schin.

(Nur nach der angeführten Type als Gattung *Nigritomyia* Big. A. S. Ent. fr. 1877, p. LXXIV zu erkennen nicht nach der Beschreibung.)

Von *Ephippium* wegen der verschiedenen Fühler- und Flügelbildung abgetrennt. Ziemlich grosse Arten mit verlängertem Thorax.

Kopf halbrund, Augen des Männchens ganz oder fast zusammenstossend, die des Weibchens durch die breite Stirne getrennt. Augen behaart. Rüssel fussartig vorstehend. Fühler gerade abstehend, unter der Kopfmitte (Profil) angefügt; lang, 3gliedrig, mit 2gliedrigem Endgriffel, die beiden ersten Glieder kurz, das dritte 3gliedrig, kahl, der Griffel auswärts gedreht, borstenartig, am Grunde aber ganz dicht kurz behaart. Drei Ocellen. Rückenschild robust, hinter der Quernaht jederseits mit einem Dorne. Schildchen halbrund, 2dornig. Hinterleib nur so breit als der Rückenschild und etwas länger als derselbe, 5ringlig, gewölbt. Beine ziemlich lang, das vorderste Paar am kürzesten. Metatarsen verlängert. Flügel länger als der Hinterleib, die Gabelung der Cubitalader deutlich. Alle vier Zweige der Discoidalader aus der Discoidalzelle selbst entspringend, kaum geschwungen. Analzelle breit, vorne gestielt.

Stimmt in den Hauptmerkmalen mit *Ephippium* überein, aber der Hinterleib ist länger als der Thorax und nicht breiter als dieser; das dritte Fühlerglied ist bei *Ephippium* vier, hier 3ringlig, der Griffel ist bei *Ephippium* dick, gerade abstehend und nicht behaart. Die Dornen des Rückenschildes sind bei *Engonia* mässig gross und nie so stark und dick als bei *Ephippium*. Bei *Ephippium* ist die Discoidalzelle nach hinten gegen die Posticalzelle stark verengt und die letzte Discoidalader entspringt nahe der hinteren Basalzelle, während bei *Engonia* die Discoidalzelle nach hinten nicht ausgezogen und verengt ist und die letzte Ader aus der Discoidalzelle weiter entfernt von der hinteren Basalzelle liegt, näher der vorherigen Ader. —

Type ist *Engonia bivittata* Wied. aus Java. (*Clitellaria* s.) = *Stratiomys bilineata* Fr. Syst. Antl. 79. 5.

Hieher gehören ferner:

Engonia (*Ephippium*) *spinigera* Dolesch. Nat. Tidsch. v. Ned. Ind. X. 407. Java, Amboina —. ? = *Ephippium maculipenne* Mcq. Dipt. exot. suppl. 4. 54. 3. — Manilla; vier Exemplare im kais. Museum von Cap York, Australien, ein Stück aus Manilla und die Type von Doleschall aus Amboina.

Ephippium maculipenne Löw, Dipt. Fauna Südafrika's I 76. (4) Guinea, ist eine *Engonia* und wird von Schiner, weil der Name vergeben, *Engonia Löwii* s. genannt.

E. aurata Schin.

Schwarz, Rückenschild mit zwei, aus kurzen goldglänzenden Haaren gebildeten, Längsstriemen, die ihre concave Seite nach aussen wenden. An den schwarzbraunen Seiten vorne und von der Quernaht herab bis zu den Mittelhüften eine ebensolche goldhaarige Binde. Schildchen, mit Ausnahme der Basis, goldgelb haarig, Dornen in der Basalhälfte schwarz, am Ende gelb. Seitendorn der Brust schwarz. Erstere ziemlich lang horizontal nach hinten abstehend. Hinterleib schwarz mit goldglänzenden haarigen Seiten- und Mittelflecken. Die Seiten-

flecke liegen ziemlich knapp am Rande und sind schief gegen die Mitte gerichtet. Der erste ist dem zweiten und dritten Ringe gemeinsam. Am ersten und fünften Ringe fehlen diese Flecke. Die Mittelflecke liegen hintereinander am dritten, vierten und fünften Ringe, sind dreieckig, die Spitze nach vorne gerichtet; der am dritten Ringe ist gegen den Seitenrand zu erweitert und seine Spitze reicht nur bis zur Mitte des Ringes; die am vierten und fünften Ringe reichen vom Vorder- bis zum Hinterrande, der am fünften Ringe ist schmäler und stellt sich nur als breite Rückenbinde dar. Bauch einfärbig schwarz; an der Hinterleibsbasis eine ziemlich dichte feine helle Behaarung.

Kopf halbrund, Augen (♂) auf der Stirne verbunden, dicht behaart, Ocellen nicht stark erhoben, das Stirndreieck und Untergesicht kurz, aber dicht messinggelb oder goldgelb behaart. Fühler rostroth, der Griffel schwärzlich. Beine gelb, die Hüften, Tarsen und Endglieder gebräunt, Flügel rostgelblich tingirt mit hellbraunen Adern. Vor dem Pterostigma ein braunes Fleckchen; die Flügelspitze nimmt, mit Ausnahme des äussersten blassen Randes, ein brauner Fleck ein, vom Vorderrande bis in die vierte Hinterrandzelle reichend, dessen innere Grenze etwas gezackt und schon vor der Discoidalzelle schief abgeschnitten. Hintere Gabel der Posticalader und Analader braun gesäumt, 11^{mm}. *Amboina.* Dolesch. Im kais. Museum. —

(32.) *Thylacosoma* Schin.

(*Ruba* Walker Linn, Soc. Journ. IV. 100, 1860; mangelhaft beschrieben.)

Kopf halbrund, die Augen des Männchens auf der Stirne zusammenstossend. Fühler auf der Mitte des Profiles eingesetzt, vorgestreckt, verlängert, 3gliedrig, erstes und zweites Glied kurz, gleichlang, das dritte Glied so lang als das erste und zweite zusammen, 5ringlig, mit einem 2gliedrigen gebogenen und dicht kurz behaarten Endgriffel, der fast so lang als das dritte Glied selbst ist. Rüssel fussförmig vorstehend. Rückenschild vorne schmal, hinten kaum breiter als der Kopf, kurz, fast kreisrund, gewölbt; Schildchen halbrund, blasig aufgetrieben, unbewehrt. — Hinterleib etwas länger als der Rückenschild, aber viel breiter als derselbe, im Umrisse kreisrund, hochgewölbt, wie aufgeblasen. Genitalien vorstehend. Beine verhältnissmässig zart und lang, die vorderen kürzer, Metatarsen der Vorderbeine etwas, die der Hinterbeine stark verlängert. Klauen, Haftlappen und Empodium deutlich. Flügel länger als der Hinterleib, das Geäder wie bei *Lasiopa.*

Durch den kleinen Thorax und sehr breiten Hinterleib sehr auffallend.

Type: ***T. amboinense*** Schin.

Rostgelb, Rückenschild und Hinterleib fein und dicht behaart, letzterer durchsichtig, die Abschnitte undeutlich, ballonartig gewölbt. Untergesicht an der Seite schmal weisslich gesäumt. Am Mundrande unten jederseits eine kugelige schwarze rauhe Warze hervorragend (ich halte diese zwei schwarzen Kugeln für die Endglieder der kurzen Taster an der Seite des eingezogenen Rüssels). Fühler rostgelb, der Griffel schwarz. An den Beinen das Endglied etwas verdunkelt, die Klauen schwarz. Flügel gelblich tingirt, an der Spitze fleckenartig gebräunt. Diese braune Färbung beginnt am Vorderrande in der Nähe des Flügelmales, die innere Grenze geht steil nach rückwärts und lasst die innerste Basis der ersten Hinterrand- und Discoidalzelle frei, sie ist am Vorderrande am intensivsten und dann gegen die Spitze und den Hinterrand zu allmälig verwaschen. Körperlänge 7^{mm}.

Ein Männchen aus Amboina von Doleschal im kaiserl. Museum. —

(47.) *Myxosargus* n. G.

Aus der Discoidalzelle, oder aus dieser und der hinteren Basalzelle entspringen vier Adern. Postical- und Discoidalzelle durch eine Querader getrennt. Fühler fast einfach, der Complex des 3. Gliedes sehr undeutlich begrenzt und in vier undeutliche Glieder aufgelöst; erstes und zweites Glied länger als breit, cylindrisch, am Ende keulig und zusammen fast so lang, als der Complex, unter sich fast gleich lang. Griffel endständig, fast ebenso dick, etwas länger als der Complex, kurz behaart, fadenförmig. Kopf eigenthümlich gebildet; Augen des ♂ vereinigt, Stirne nach unten vorgezogen und das Untergesicht weit herabgezogen, gewölbt und etwas (im

Profile) hakig nach hinten gebogen, den Mund und Rüssel dadurch von vorne ganz deckend und tiefer herabreichend. Fühler dadurch auf der Mitte der Stirne stehend, sonst eigentlich dem unteren Augenrande entsprechend. — Ocellen auf einem Höcker. Schläfenrand etwas wulstig entwickelt. Körper schmal, Hinterleib länger und schmäler, als der Thorax. — Beine ziemlich kräftig, die Schienen am Grunde dünn. Dritte Längsader nicht gabelig am Ende, zweite Längsader deutlich, aber kurz, fast einer schiefen Querader gleichend, die 1. und einzige Submarginalzelle innen abgrenzend, 2. Submarginalzelle fehlend. Keine aus der Discoidalzelle kommende Discoidalader bis zur Analader erreicht den Flügelrand. — Schildchen mit zwei zarten, kurzen Dornen. —

Die Gattung gehört in die Gruppe von *Exochostoma* Mcq.

M. fasciatus n. sp.

Metallisch schwarzgrün, glänzend, kurz behaart, am Seitenrande des Hinterleibes längere weissliche Flaumhaare. An der etwas eingedrückten Spitze des Stirndreieckes zwei kleine perlweisse Punkte. Untergesicht fein behaart. Fühler schwarzbraun, 1. und 2. Glied gelbbraun. Vorderbeine schwarzbraun, die Schenkel metallisch, deren Spitze gelbbraun. Mittelbeine mit ganz schwarz metallischen Schenkeln, die Schienen und Tarsen bleich gelb, erstere mit einem schwärzlichen Ringe am Grunde, letztere mit schwarzen Endgliedern. Hinterbeine ebenso gefärbt, doch an den Schienen der braune Ring sehr erweitert und nur die Enden heller lassend. Metatarsen von halber Tarsenlänge. Thorax metallisch schwarzgrün, nur die zwei Dornen des Schildchens hell gelbbraun. Schwinger hell weissgelb. Flügel glashell mit zwei braunen rauchigen Querbinden, die erste vom Randmale über die Basis aller Hinterrandzellen ziehend, die Discoidalzelle innen frei liegen lassend, die zweite breit, knapp vor der Spitze, beide nicht scharf begrenzt und die Flügelhaut zwischen und neben denselben milchig getrübt. Hinterleib schwarz, die Genitalien als cylindrischer Fortsatz am Ende hervorragend.

Bei dem Weibchen zeigt die Stirne einen mittleren und 2 seitliche Höcker, nebst dem Ocellenhöcker und ist nach unten breiter als oben. — Am Hinterleibe eine Legeröhre gerade hervorgestreckt.

Körperl. 6 Mm. Flügel 5 Mm..

Mexico (Bilimek) Orizaba. 1 ♀ u. 5 ♂ im kaiserl. Museum.

(49.) ***Chromatopoda*** Schin.

Verwandt mit *Cacosis* und *Chrysochlora* durch den Habitus, von beiden durch die dicht behaarten Augen und von *Cacosis* durch die metallische Färbung unterschieden.

Kopf halbrund, verhältnissmässig gross. Augen beim Männchen und Weibchen getrennt, dicht behaart. Die Stirne fast gleich breit in beiden Geschlechtern. Punktaugen im Dreieck gestellt. Fühler ziemlich lang, vorgestreckt, in der Bildung wie bei *Cacosis*, doch entfernter vom Mundrande als bei dieser Gattung. Das 2. Glied innen über den Complex vorgezogen, wie bei *Ptecticus*. Taster wie bei *Cacosis*. Rückenschild kurz und dick. Schildchen unbewehrt. — Hinterleib fast gleich breit, 5ringlig. Genitalien vorstehend, bei dem ♀ mit zwei seitlichen Endlamellen, beim ♂ complicirt. Beine ziemlich schlank, die hintersten die längsten. Flügel und Schwinger wie bei *Cacosis*. Type: *Ch. bicolor* Mcq. *(Chrysochlora)* Neuholland und *frontalis* Thoms. Taiti.

(52.) ***Drasteria*** Schin.

Habitus von *Chrysochlora* und entfernt *Hermetia*.

Kopf breit und breiter als der Rückenschild, halbrund, hinten scharf abgeschnitten und eingesenkt. — Augen bei Mann und Weib getrennt, Stirne in der Mitte eingedrückt. Punktaugen im gleichseitigen Dreieck. Fühler näher dem Mundrande; der Complex lang, kaum verdickt, 6ringlig mit langer haariger Borste, nach Schiner: 4gliedrig, das Verhältniss der Glieder und der Form derselben ganz wie bei *Acrochaeta* (im Profile stehen die Fühler in der Mitte desselben, weil der Mundrand weit hinaufreicht). — Taster vorstehend, am Untergesicht aufliegend, kegelförmig. —

Rückenschild robust, doch vorne schmäler als der Kopf der Quere nach. — Hinterleib breit, fast überall gleich breit gerandet, 5ringlig. Genitalien des Männchens etwas vorstehend, complicirt (4 Lappen).

Beine verhältnissmässig schwach, Metatarsen der Hinterbeine so lang als die Schiene. Flügel länger und so breit als der Hinterleib. Gabelung der dritten Längsader deutlich. Aus der Discoidalzelle alle vier Adern entspringend.

Die Bildung der Fühler scheidet *Drasteria* von *Cacosis* und *Hermetia*, der Leib von *Acrochaeta*. Ob *Toxocera* damit vereinigt werden kann, vermag Schiner nicht zu entscheiden.

(Die Fühler von *Acrochaeta* zeigen das 3. Glied einfach, ich sehe bei dem vorliegenden Stücke keine Ringelung, zum Mindesten ist diese ganz undeutlich, dagegen bei *Drasteria* deutlich. Das Flügelgeäder ist verschieden, indem bei *Acrochaeta* zwischen Discoidal- und Posticalzelle eine Querader liegt. —

D. robusta Schin.

Dunkel lehmgelb, der Hinterleib dunkler, fast kahl, an demselben ein äusserst kurzes Toment. Stirne des Männchen fast gleich breit, der Eindruck auf der Mitte hufeisenförmig. Fühler vorgestreckt, rostbraun, an der Basis heller, fast gelb, das dritte Glied (Complex) am dunkelsten. Beine einfärbig, lehmgelb.

Flügel ziemlich intensiv lehmgelblich tingirt, die Adern stark, besonders die Posticalader und an der vorderen Basalzelle eine auffallende Längsfalte. Körperl. 15 Mm., Flügel 15 Mm., Länge mit gelegten Flügeln 20 Mm.

Bahia. 1 Exempl. ♂ (Coll. Winth.)

(64.) ***Compsosoma*** Schin.

Durch das verlängerte dritte Fühlerglied von den echten Sarginen und von *Ptecticus* und *Merosargus* verschieden. Von *Chrysochlora* und *Cacosis* durch den schlanken Leib und das Flügelgeäder getrennt (Discoidal- und Posticalzelle sind durch eine Querader geschieden). Schlanke Arten vom Habitus der *Ptecticus*-Arten, meist bunt. Kopf breiter als der Rückenschild, deutlich abgeschnürt, Augen beim ♂ und ♀ getrennt, Ocellen im Dreiecke. Rüssel fussartig vorstehend. Fühler lang, auswärts gerichtet, die beiden ersten Glieder von gewöhnlicher Bildung, das dritte Glied (Complex) stark verlängert, pfriemenförmig 4—5 ringlig, in eine Borste ausgehend. Ober den Fühlern ein aufgetriebenes Stirnbändchen.

Rückenschild vorne verschmälert, verhältnissmässig lang; Schildchen unbewehrt; Hinterrücken stark entwickelt. Hinterleib länger als der Thorax, an der Basis schmal, allmälig erweitert mit sechs flachen Abschnitten. — Beine schlank und lang, die Metatarsen verlängert. Flügel gross. Der vorderste Zweig der Discoidalader stark geschwungen, der unterste (dritte) aus der hinteren Basalzelle hervorgehend. Cubitalader deutlich gegabelt. Analzelle am Rande gestielt.

C. chalconota Schin.

Rostgelb, der Rückenschild obenauf metallisch schwarzblau oder schwarzgrün, so dass nur der Prothorax, die Schulterbeulen und die Leiste von diesen bis zur Flügelwurzel gelb bleiben. Schildchen und Hinterrücken von derselben Farbe, ersteres jedoch mit rostgelbem Saume. Brustseiten ausserhalb der genannten Leiste dunkler. Hinterleib an der Basis verdunkelt, der erste Ring metallisch, doch weniger intensiv als der Rückenschild. Zweiter Ring an der Seite dunkel. —

Stirne metallisch schwarzgrün, ein Fleck ober den Fühlern gelb, hinten durch zwei sich berührende weisse Schwielenflecke von der übrigen Stirne scharf getrennt. Ocellen auf einem Höcker. Untergesicht unten schwärzlich, oben gelb.

Rüssel und Fühler gelb, die an der Basis deutlich behaarte und dort verdickte Borste schwärzlich. Beine rostgelb (die Vorderen und die Tarsen aller fehlen). Flügel blassbräunlich, gelb tingirt. Discoidalader an der Basis undeutlich.

Ein Stück aus Venezuela. 12^{mm}. Moriz. Mus. Caes.–

C. picta Schin.

Rostgelb, Rückenschild mit ziemlich breiter, hinter der Quernaht dann bis zum Rande verbreiteten, bläulich schwarzen (fleckenartig) glänzenden Mittelstrieme, die sich auch auf das Schildchen fortsetzt und nur den Hinterrand desselben frei lässt. Hinterrücken schwärzlich. Brustseiten ungefleckt.

Hinterleib am ersten und zweiten Ringe mit ganz durchgehender schwarzen Querbinde. Dritter und vierter Ring an jeder Seite mit einer runden schwarzen Mackel, fünfter Ring, mit Ausnahme des Vorderrandes schwarz. Bauch ungefleckt. Bei dem Weibchen ist die schwarze Farbe ausgebreiteter. Kopf schwarz, die Stirne beim ♂ und ♀ fast gleichbreit, stark glänzend, Rüssel hellgelb, dem Untergesichte aufliegend.

Fühler gelbbraun, Borste an der Basis behaart.— (Die Flecke an der Stirne fliessen zusammen und es entstehen schwarze Binden.) — Beine safrangelb, die Schienen der Hinterbeine und die Tarsen aller Beine braunschwarz. Halteren gelb mit braunem Knopf. Flügel etwas bräunlichgelb tingirt, das schmale Randmal lichtbraun.

Ein ♂ und zwei ♀. Venezuela. (Thorey. M. C.) 8^{mm}. —

(72.) ***Amphilecta*** Schin.

Körper schlank, im Habitus den Compsosomen ähnlich, bunt gefärbt.

Kopf verhältnissmässig gross, deutlich abgesetzt, Stirne schmal, Ocellen im Dreieck gestellt, auf einem Höcker, Fühler stark verlängert, nahe am Mundrande, 10ringlig, da das dritte Glied in acht, deutlich abgesetzte Ringe aufgelöst ist. Das Endbörstchen der Geissel kurz. Rüssel vorstehend. — Thorax ziemlich schmal, länger als breit. Schildchen unbewehrt. Hinterrücken stark entwickelt.

Hinterleib schmächtig und länger und schmäler als der Thorax, 6ringlig, gegen hinten zu (nur wenig) verbreitert. Die Ringe deutlich abgeschnürt. Beine schlank und besonders das hinterste Paar stark verlängert. Metatarsus aller Beine lang, an den Hinterbeinen wenig kürzer als die Schienen. —

Flügel länger als der Hinterleib, die Cubitalader stark nach abwärts und vorwärts gebogen, so dass die Radial- und Cubitalzelle sehr breit erscheinen. Die Endzweige der Discoidalader entspringen alle aus der Zelle selbst. Analzelle (kurz) gestielt.

Die neue Gattung unterscheidet sich durch das Flügelgeäder von allen verwandten schlank gebauten Sarginen und nähert sich durch die breite Cubitalzelle der Gattung *Euryneura* Schin. Die langen, bogenförmig nach auswärts gerichteten Fühler und die deutliche Abschnürung der Ringe des Complexes bringen sie in Verwandtschaft mit *Acrochaeta, Eudmeta* und *Analcocerus.* Von diesen ist sie durch das Geäder, von *Drasteria* durch den schlanken Leib und die Zahl der Fühlergeisselglieder verschieden.

A. superba Schin.

Blass rostgelb, Rückenschild mit vier schwarzen, runden Seitenflecken. Das vordere Paar, meist ober der Schulter, steht ganz isolirt, das hintere, unmittelbar hinter der Quernaht, reicht aussen bis an die Seitenleiste. Schildchen schwarz. Hinterrücken gelb. Brustseiten ungefleckt. —

Hinterleib mit breitem, schwarzen, dreieckigen Flecke, welcher die Grundfarbe fast ganz verdrängt, so dass man auch sagen könnte, Hinterleib obenauf glänzend schwarz mit rostgelben dreieckigen Seitenflecken, welche gegen hinten zu an Grösse abnehmen und an den Rändern der ersten Abschnitte liegen. Der fünfte und sechste Ring fast ganz schwarz. Bauch hellgelb.— Stirne schwärzlich, ober den Fühlern ein etwas erhabenes Fleckchen intensiv schwarz und hinter demselben ein lichtes Querbändchen.—

Untergesicht bräunlich gelb. Rüssel hellgelb. Fühler braun, von der Basis her und an der Unterseite etwas heller.

Beine blassgelb, die Mittelschenkel an der Spitze, die Hinterschenkel an der Basis und an der Spitze schmal braunschwarz, die Hinterschienen mit Ausnahme des letzten Viertels ebenso gefärbt, die Tarsen sehr hell, fast weisslich. — Flügel gefleckt; an der Basis und eine Binde, welche vom Vorderrande bis nach hinten reicht, glashell; von der Spitze gleichfalls eine fast glashelle Querbinde, so dass die Spitze, eine Binde vom

Flügelmal herab, und ein blassbräunlicher Fleck in der hinteren Basalzelle und Posticalzelle übrig bleiben. — Schwinger gelb mit braunem Köpfchen. (3‴) 6·5mm. Ein Stück mit der Bezeichnung *Congorh?* (Museum Halle).

(74.) ***Lagenosoma*** Schin.

(?*Massicyta* Walker, schlecht charakterisirt.)

Eine Gattungsgruppe, die bisher ausschliesslich nur aus Australien bekannt ist, durch die Fühlerbildung und das Flügelgeäder mit den Hermetiinen verwandt — doch verschieden durch die beim Männchen zusammenstossenden Augen und einen relativ kürzeren, bei den bekannten Arten an der Basis verschmälerten, keulenförmigen Hinterleib.

Fühler lang, dreigliedrig, das erste Glied cylindrisch, das zweite napfförmig, beide am Rande beborstet; drittes länger als das erste und zweite zusammen, aus sieben nicht sehr deutlichen Ringen bestehend, am Ende mit einem spindelförmigen langen stumpfen Anhange, der bei näherer Untersuchung eine dicht zweizeilig behaarte Borste, von der Länge der vorhergehenden Fühlerglieder ist und lamellenartig aussieht. — Schiner nennt ihn einen nackten keulenförmigen Griffel. —

Rüssel fussartig vorstehend, Taster eingezogen. Stirne nicht eingesattelt, die des ♂ so schmal, dass sich die Augen ober den Fühlern eine kurze Strecke berühren; beim ♀ gleichbreit; der Ocellenhöcker erhaben, drei Ocellen in gleichen Abständen von einander. — Rückenschild etwas schmäler als der Kopf, mit deutlicher Quernaht, Schildchen unbewehrt. Hinterleib keulenförmig mit fünf sichtbaren Ringen. Genitalien des Männchens an der Unterseite des letzten Ringes nach vorne gerichtet, einen cylindrischen Ring mit zwei behaarten, keulenförmigen, kurzen Lamellen darstellend. Beim ♀ dieselben meist eingezogen, an der Unterseite des fünften Ringes zwei Griffel hervortretend.

Beine ziemlich kräftig, Metatarsen besonders an den Hinterbeinen stark verlängert. Hinterschienen in der Mitte verdickt, an der Spitze einwärts gebogen. Klauen und Haftlappen klein, an den letzteren der Mittellappen am grössten. Halteren am Ende knopfförmig, Flügel ziemlich gross, das Geäder der Hauptsache nach wie bei *Hermetia*. Die Analzelle kurz gestielt und bauchig, Axillarader deutlich.

L. picta Schin.

Braunschwarz, der Rückenschild oben mit gelben Zeichnungen, die aus einem mondförmigen Fleck an der Schulter, aus einer dreieckigen Mackel jederseits vor der Quernaht und einer Leiste am Seitenrande, die diese mit dem Schulterfleck verbindet, bestehen. Schwielen neben den Schildchen und dieses gelb. Hinterrücken schwarzbraun. Vor der Quernaht des Rückenschildes zwei undeutliche bleich-graue Längsstriemen. An den Brustseiten verbreitert sich die gelbe Seitenleiste oft herab und ebenso über den Mittelhüften ein gelber Fleck. Hinterleib im Umrisse flaschenförmig, an der Basis weisslich, sonst gelb, mit breiten braunen Querbinden, welche am ersten und zweiten Ringe nur angedeutet sind, an den folgenden Ringen aber breit am Grunde erscheinen und den schwieligen Hinterrand freilassen. Der dritte bis fünfte Ring bilden zusammen einen kugeligen Complex. Die Zeichnung unten wie oben, doch die Grundfarbe ausgebreiteter. — Kopf gelb, glänzend. Untergesicht fein weisslich behaart. Auf der Stirne zwei schwärzliche von der Seite her verschmälerte Längsstriemen nebeneinander, die sich hinten mit dem ebenso gefärbten Ocellenhöcker verbinden. Letzterer oben und hinten, sowie der breite Schläfenrand, gelb. Hinterkopf in der Mitte schwarz. Verbindung mit dem Prothorax gelb. Rüssel schwarzbraun, Fühler fast so lang als der Rückenschild, rothgelb; die Endlamelle und die vorhergehenden Glieder des Complexes schwarzbräunlich. Beine, mit Ausnahme der dunklen Hüften, rothgelb, Tarsen durch Pubescenz hell erscheinend.

Halteren weissgelb, Köpfchen graulich, Basis schwärzlich. —

Flügel blass gelblich tingirt, längs des Vorderrandes ein scharfbegrenzter brauner Wisch, der an der Spitze bis zur Discoidalzelle (exclus.), am Grunde bis in die hintere Basalzelle und an die Analzelle (exclus.) nach einwärts reicht.—

Körperlänge 11mm (5 Linien). ♀ Cap. York. Thorey.—

L. dispar Schin.

Schwarzbraun. ♂. Von der dunklen Schulterschwiele bis zur Flügelwurzel an den Brustseiten eine gelbe Leiste, ebenso der Hinterleib mit schmalem gelben Seitenrande ganz eingesäumt, vierter und fünfter Ring oben mit schmalem, schwieligen, gelblichen Hinterrande. Schildchen schwarzbraun. Beine ebenso, nur die Basalhälfte der Schenkel und Schienen, die Enden der Schenkel und die Basalhälfte des ersten Tarsengliedes der Hinterbeine bleichgelb, ebenso die Halteren. — Kopf schwarz, Untergesicht mit weissem Flaum. Erstes, zweites und die drei folgenden Fühlerglieder rothgelb, das Übrige schwarzbraun. Flügel hellrauchgrau tingirt, die Adern gelblichbraun, blass, nur die Wurzel glashell.

Bei dem Weibchen zeigt die Stirne oben gegen den Scheitel jederseits eine gelbe Längsschwiele und einen gelben schwieligen Schläfenrand. Am Hinterleibe ist die gelbe Farbe ausgedehnter, säumt die Hinterränder aller Ringe und der letzte Ring ist fast ganz gelb. — Ebenso ist an den Beinen die dunkle Farbe bleicher und von den Tarsen sind auch die mittleren am Grunde gelb. Alles sonst wie beim Manne.

Körperlänge 7^{mm}. (3 Linien). Cap. York. Thorey. — Ein ♂, drei ♀ im kais. Museum.

L. propinqua Schin.

Gleicht der vorigen Art, von der sie sich aber durch Folgendes unterscheidet. Das Schildchen ist gelb und der Hinterleib ist nicht nur am Rande, und zwar breiter, sondern auch am ersten und zweiten Segmente und am letzten ganz gelb. Die schwarzbraune Farbe bildet nur einen ovalen Fleck am Rücken des dritten und vierten Ringes. Am Bauch der dritte und vierte Ring eine glänzend schwarze Farbe zeigend, die Basis, der Rand und die Spitze gelb. — Untergesicht ganz gelb, an der Seite schwach weisslich behaart, erst nach oben etwas gebräunt, neben dem vorne schwarzen Ocellenhöcker; dieser hinten, sowie der breite Schläfenrand und, mit Ausnahme der Mitte, der Hinterkopf gelb. — Beine schwarz, nur die Knie der Mittel- und Hinterbeine bleich gelb, die äusserste Basis der Schenkel der Mittelbeine braun und das Basaldrittel der Hinterschenkel sowie der Metatarsus derselben und Mittelbeine in der Basalhälfte bleichgelb. Flügel fast glashell, an der Spitzenhälfte das Randfeld und die Submarginalzellen durch einen braunen Wisch getrübt. Halteren bleich gelb.

$7 \cdot 5^{mm}$ ($3^{1}/_{4}$ Linien) (ein ♀ Cap. York. Thorey) im kaiserlichen Museum.

Übersicht der Gattungen nach den Hauptgruppen.

I. PACHYGASTRINAE.

Hinterleib 5—6ringlig, alle Schienen ohne Endsporne; drei Discoidaladern.

Fünfte Hinterrandzelle an die Discoidalzelle anliegend, nicht durch eine Querader davon getrennt. (1—23 in der Tabelle.)

a) Fühler nahe am Mundrande, im Profile an der Unterseite des Kopfes entspringend. (3—12).

1. *Chauna* Löw.
2. *Blastocera* Gerst.
3. *Panacris* Gerst.
4. *Spyridopa* Gerst.
5. *Acanthina* Wd.
6. *Diphysa* Mcq. Suppl. IV, 43
7. *Phyllophora* Mcq. non Thoms.

8. *Tinda* Wlk.
?9. *Adraga* Wlk. (conf. *Clitellarinae*).
?ad (10.) *Nerua* Wlk.
10. *Artemita* Wlk.
?ad (10.) *Evaza* Wlk.
?ad (10.) *Culcua* Wlk.

b) Fühler im Profile auf der Mitte des Kopfrandes vorne erscheinend. (12—22.)

11. *Platyna* Wd.
11a. *Cynipimorpha* n. G.
12. *Ptilocera* Mcq.

13. *Wallacea* Dol. (*Gabaza* Wlk.)
14. *Acraspidea* n. G. Ceylon.
?15. *Rosapha* Wlk. (*Calochaetis* Big.)

16. *Pachygaster* Mg.
17.? *Obrapa* Wlk.
18. *Lophoteles* Löw.
?19. *Enoplomyia* Big.
20. *Sternobrithes* Löw.

II. CLITELLARINAE.

Hinterleib 5—6ringlig, kurz, meist nur wenig länger als breit, oft gewölbt, eiförmig oder kugelig, zuweilen breiter als lang. Alle Schienen ohne Sporne. Vier Discoidaladern. Fünf Hinterrandzellen. Fünfte Hinterrandzelle der Discoidalzelle anliegend. Fühler ohne oder mit kurzer Endborste oder kurzem Griffel, fast homonom gegliedert, oder der Complex (sog. drittes Glied) deutlich oval etc., abgesetzt von dem längeren oft behaarten und mehrgliedrigen Endtheile. (37—50.)

21. *Pycnomalla* Schin. (Gerst. ?)
22. *Ephippium* Ltr.
23. *Engonia* Schin. (*Nigritomya* Big.)
24. *Ampsalis* Wlk. (conf. *Tracana* und *Eugonia*.)
25. n. G. *Octarthria* für *Clitell. aberrans* Schin.
26. *Euparyphus* Gerst.
27. *Euryneura* Schin.
28. *Clitellaria* Mg.
29.? *Musama* Wlk. (conf. *Oxycera*).
30. *Nemotelus* Gffr.
31.? *Gobertina* Big.
32. *Lasiopa* Brulle.
32a. *Thylacosoma* Schin. (conf. *Ruba* Wlk.)
(32)b. *Aulana* Wlk. (conf. *Toxocera*).
33.? *Brachycara* Thoms. (*? Beridae.*)
ad30.? *Saruga* Wlk. (? *Pachyg.*)
34. *Oxycera* Meig.

III. STRATIOMYIDAE.

Hinterleib 5—6ringlig, alle Schienen ohne Sporne; vier Discoidaladern (fünf Hinterrandzellen).

Fünfte Hinterrandzelle durch eine kurze Querader von der Discoidalzelle getrennt, die vordere Zinke der Posticalader daher keinen Theil des Hinterrandes dieser Zelle bildend und als letzte Discoidalader (4.) aus der hinteren Basalzelle entspringend. — (Conf. *Campeprosopa*). —

Fühler nie mit sehr langer feiner End- oder Seitenborste, sondern mit dünner kurzer Endborste oder dickerem Griffel oder ohne solchen, linienförmig oder keulenförmig. (51—71 c, pp.) excl. 55—57.

Stratiomyidae s. str.:

α. Zweite Längsader deutlich von der dritten geschieden, dritte stets am Ende gabelig. Zwei Submarginalzellen. (53—71.)

35. } (59—61) *Chordonota* Gerst.
36. } (59—61) *Cyphomyia* Wd.
37. } (59—61) *Neorondania* O. S.

38. } (62—70) *Alliocera* Saund.
39. } (62—70) *Stratiomys* Geoffr.
40. } (62—70) ? *Metabasis* Wlk.
41. } (62—70) ? *Promeranisa* Wlk.
42. } (62—70) *Odontomyia* Mg.
43. } (62—70) *Euceromys* Big.

β. Zweite Längsader rudimentär, mit der dritten verwachsen und diese ohne Endgabel sich an den Rand anlegend. (71 *a*)

44. *Oplodonta* Rond.

γ. Zweite Längsader vorhanden, dritte Längsader am Ende einfach, daher die zweite Submarginalquerader fehlend. (71 *b*, *c*.)

45. *Exochostoma* Mcq.
46. *Melanochroa* Schin.
47. n. G. *Myxosargus* Mexico.
48. *Nothomyia* Löw.

IV. SARGOMORPHA.

Hinterleib 5—6ringlig, alle Schienen ohne Sporne. Vier Discoidaladern (fünf Hinterrandzellen) oder die erste und zweite vorne sind verkümmert. Fünfte Hinterrandzelle der Discoidalzelle anliegend, nicht durch

eine Querader davon getrennt. (Siehe die Anmerkung bei *Campeprosopa*), Fühler mit haarfeiner sehr langer Endborste. Schildchen stets unbewehrt. (23—30.)

49. *Chromatopoda* Schin.
50. *Cacosis* Wlk.
51. *Chrysochlora* Mcq.
52. *Drasteria* Schin.

V. SARGIDAE.

Hinterleib 5—6ringlig, alle Schienen ohne Sporne; vier Discoidaladern (fünf Hinterrandzellen.) Fünfte Hinterrandzelle durch eine kurze Querader von der Discoidalzelle getrennt, die Posticalader keinen Antheil an dieser Zelle bildend und als letzte Discoidalader aus der hinteren Basalzelle entspringend. Körper schlank: (55—57 und 72—91.)—

a) Fühler linear mit mässig langer zuweilen dicht behaarten Apicalborste, die oft fadenförmig erscheint und meist auswärts gedreht ist. (55—57). Diese Gruppe scheint zu den Hermetiinen zu gehören. (Siehe unten.)

53. *Analcocerus* Löw.
54. *Acrochaeta* Wd.
55. *Eudmeta* Wd.
56. (71.) (*Campeprosopa* Mcq.)

b) Fühler mit langer feinen apicalen oder praeapicalen Borste. Complex (drittes Fühlerglied) undeutlich geringelt und oft einfach erscheinend, kurz. (72—91)

α. Kopf kaum breiter als der lange Thorax vorne, klein mit breitem Schläfenrande hinter den kleinen Augen, ähnlich dem Kopfe der Scatophagen. — Schildchen mit Dornen oder mit zwei Knötchen am Hinterrande, welche oft sehr klein sind, oder anders bewaffnet mit einem langen Fortsatze etc. (73—80.)

Rhaphiocerinae.

57. *Basentidema* Mcq.
58. *Hoplistes* Mcq.
59. *Rhaphiocera* Mcq.
60. *Dicranophora* Mcq.
61. *Histiodroma* Schin.

β. Kopf in der Regel breiter als der mehr gedrungene Thorax vorne, letzterer nach vorne nicht viel schmäler oder gleichbreit. Augen gross. Schläfen nicht erweitert, oder kaum einen Saum bildend. Schildchen ganzrandig, unbewehrt.— Fühler meist mit rundlichem Complex und apicaler oder praeapicaler Borste.

Sarginae s. str. (81—91).

62. *Ptecticus* Löw.
63. *Merosargus* Löw.
64. *Compsosoma* Schin.
?65. *Salduba* Wlk.
66. *Chrysonotus* Löw.
67. *Sargus* F.
68. *Chrysomyia* Mcq.
69. *Microchrysa* Löw.
70. *Macrosargus* Big.

VI. HERMETIINAE.

Hinterleib 5—6ringlig, viel länger als breit, flach gewölbt oder bandartig, oder am Grunde verengt, keulenoder flaschenförmig. Vier Discoidaladern (fünf Hinterrandzellen). Fünfte Hinterrandzelle der Discoidalzelle anliegend, nicht durch eine Querader davon getrennt. Fühler ohne oder mit kurzer Endborste oder Griffel oder mit gegliederter Endlamelle oder fast homonom gegliedert, linienförmig. Schienen ohne Sporne.—(31—37.)

Fühler linear:
71. *Campeprosopa* Mcq.[1]
72. *Amphilecta* Schin.
Fühler mit Endlamelle:
73. *Thorasena* Mcq.
74. *Lagenosoma* Schin.
75. *Hermetia* Latr.
76. *Massicyta* Wlk. (? = *Lagenosoma*)
77. *Toxocera* Mcq.

VII. TRANSITORIAE.

Hinterleib mit fünf bis sechs Ringen, Mittelschienen mit Endsporn. Schildchen mit zehn bis zwölf Dornen. Vier Discoidaladern, fünfte Hinterrandzelle an die Discoidalzelle stossend. (92)

78. *Cyanauges* Phil.
79. *Antissa* Wlk.

VIII. BERINAE.

Hinterleib mit sieben sichtbaren Ringen (♂) und einer Legeröhre (♀); fünfte (letzte) Hinterrandzelle an die Discoidalzelle stossend. Flügel mässig lang oder kurz mit Randmal. Thorax wenig gewölbt, Hinterleib breit, plump, meist platt. Beine mässig lang oder kurz. Hinterleib des ♀ nach hinten breit, erst die letzten Ringe schmal und kurz. Dritte Längsader gabelig. — Stamm der zweiten und dritten Längsader über der Discoidalzelle entpringend. — (98—99.)

a) Nur drei Discoidaladern; Schienen ohne Sporne. —

79. *Oplacantha* Rd.
80. *Beris* Ltr.
81. *Hadrestia* Thoms.
82. *Heteracanthia*
83. *Metoponia* Mcq.
84.? *Hylorus* Phil.

[*Tinda, Nerua, Evaza* und *Culcua* Wlk. suche bei Pachygastrinen. (*Scutell. 4-spinosum.*) — *Nemotelus singularis* Mcq. könnte auch mit *Metoponia* verwandt sein.]

b) Vier Discoidaladern, die dritte oft verkürzt. Schienen zuweilen gespornt. (102—108.)

85.? *Anacanthella* Mcq.
86. *Acanthomyia* Schin.
87. *Actina* Mg.
88. *Chlorisops* Rond.
89. *Exairete* Schin.

IX. CHIROMYZINAE.

Hinterleib mit sieben sichtbaren Ringen und einer Legeröhre (♀). Flügel lang, trübe, ohne deutlichem Randmale, nur drei Discoidaladern, letzte Hinterrandzelle an die Discoidalzelle stossend. Dritte Längsader einfach. Leib schlank, Thorax compress buckelig. Hinterleib schmal, beim Weibchen spitz. Beine schlank und lang. Schildchen ungedornt. (94). —

90. *Chiromyza* Mcq.
91.? *Inopus* Wlk.
92.? *Nonacris* Wlk.

X. XYLOPHAGINAE.

Hinterleib 7—8ringlig und mit Legeröhre. Vier Discoidaladern, dritte oft verkürzt. Dritte Längsader am Ende gegabelt. Der gemeinsame Stamm der zweiten und dritten Längsader über der Mitte oder dem äusseren Drittel der hinteren Basalzelle aus der ersten Längsader entspringend, — ist also in Bezug seines Ursprunges gegen die Flügelwurzel gerückt.

Schienen mit Spornen u. z. 2, 2, 2 oder 0, 2, 2. (109—119.)

---

[1] Die Gruppe V*a* (Sarginen): *Analcocerus, Acrochaeta* und *Eudmeta* haben die Discoidalzelle durch eine Querader von der Posticalzelle getrennt. Bei *Campeprosopa* ist das veränderlich. —

a) Discoidalzelle an die fünfte Hinterrandzelle stossend. (109—110.)

93. *Coenomyia* Ltr.
94. *Heterostomus* Big.
95.? *Lagarus* Phil.

b) Discoidalzelle von der fünften Hinterrandzelle durch eine Querader getrennt. (111—119.)

96. *Arthropeas* Löw.
97. *Glutops* Burgess.
98. *Xylophagus* F.
99. *Pachystomus* Ltr.
100. *Antidoxion* Snell.
101. *Rhachicerus* Hall.
102.? *Macroceromys* Bigt.
103. *Subula* Meig. (? = *Solva* Wlk.)

---

5. *Acanthina* Wd. (S.-Amerika; Ceylon.) Type: *A. elongata* Wd.
86. *Acanthomyia* Sch. Type: *Ac. (Beris) dubia* Zett. Europa.
Acanthomera. (Die ganze Gruppe gehört zu den Tanystomen neben die Tabaniden.)
54. *Acrochaeta* Wd. Type: *A. fasciata* Wd. Brasilien.
14. *Acraspidea* n. G. Type: *Felderi.* Ceylon.
87. *Actina* Meig. Type: *A. (Beris) nitens* Ltr. Europa.
(9.?) *Adraga* Wlk. (conf. *Clitellaria,* deren Flügel sie haben soll?). Conf. *Pachygastr.* — Type *Adr. univittata* Wlk. Aru-Inseln.
38. *Alliocera* Saund. Type: *graeca* Saund. S.-Europa.
72. *Amphilecta* Schin. (conf. *Toxocera.)* Type: *A. superba* Schin. (*Congorh* ? Mus. Halle.)
24. *Ampsalis* Wlk. (conf. *Clitellaria aberrans* Schin.) Type: *Amp. geniata* Wlk. Celebes.
85. *Anacanthella* Mcq. (conf. *Pachygastr.*) Type: *A. splendens* Mcq. Neuholland.
53. *Analcocerus* Lw. Type: *A. atriceps* Lw. Brasilien.
Anisophysa Mcq. (*? Pachygastrina).*
100. *Antidoxion* Snell. Type: *fulvicornis* Snell. v. Voll. Java.
78. *Antissa* Wlk. = *Cyanauges* Phil. Type: *A. (Clitellaria) cuprea* Wlk. Australien.
(10.) *Artemita* Wlk. Type: *Clit. amenides* Wlk. S.-Amerika.
96. *Arthropeas* Lw. Type: *A. sibirica* Lw. Asien (N.-Amerika andere Spec.)
32. *Aulana* Wlk. (conf. *Lasiopa* u. *Toxocera*). Type: *A. confirmata* Wlk. Mysol.
57. *Basentidema* Mcq. Type: *B. syrphoides* Mcq. Brasilien.
80. *Beris* Ltr. Type: *B. clavipes* L. Europa (Andere Spec. S.- u. N.-Amerika, Asien.).
8. *Biastes* Wlk. = *Tinda* Wlk. Type: *B. indicus* Wlk. Ostindien.
2. *Blastocera* Gerst. Type: *Bl. speciosa* Gerst. Brasilien.
104.? *Bolbomyia* Lw. Type: *B. nana* Lw. Washington.
33. *Brachycara* Thoms. Type: *B. ventralis* Thoms. Rossi-Inseln.
50. *Cacosis* Wlk. Type: *Cac. (Chrysochlora) verspertilio* F. S.-Amerika.
15. *Callochaetis* Big. = *Rosapha* Wlk. = *Calcochaetis* Big. Type: *C. bicolor* Big. Manilla.
71., 56. *Campeprosopa* Mcq. Type: *C. flavipes* Mcq. Java.
1. *Chauna* Lw. Type: *Ch. variabilis* Lw. Cuba.
15. *Chalcochaetis* Bigot = *Callochaetis.*
90. *Chiromyza* Wd. = *Inopus* Wlk. = *Xenomorpha* Mcq. Type: *Ch. vittata* Wd. Brasilien.
Chlorisoma Rd. = *Microchrysa* Lw.
88. *Chlorisops* Rd. Type: *Chl. (Beris) tibialis* Meig. Europa. (Andere Arten Chile, Neuseeland).
35. *Chordonota* Gerst. Type: *Ch. inermis* Wd. (*Cyphomyia ol.*) Brasilien, Mexico.
49. *Chromatopoda* Schin. Type: *Ch. (Chrysochlora) bicolor* Mcq. Neuholland.
51. *Chrysochlora* Mcq. Type: *C. (Sargus) amethystina* Ltr. Isle de France. (Andere Spec. ? Mexico, Brasilien).

68. *Chrysomyia* Mcq. (non Rd.) = *Chloromyia* O. S.; Type: *Ch. formosa* Scop. Europa. (N.-Amerika, O.-Asien. Andere Spec.)
66. *Chrysonotus* Lw. Type: *Ch. bipunctatus* Scop. Europa. (Andere Arten Amerika, Asien, Afrika).
Chrysothemys Lw. foss. in Bernstein *(Xylophagidae)*.
28. *Clitellaria* Mg. Type: *Cl. Dahlii* Mg. S.-Europa. (Andere Arten Asien, N.-Amerika.)
93. *Coenomyia* Ltr. Type: *C. ferruginea* Meig. Europa, N.-Amerika
Coenura Big. gehört zu den Pangoninen.
64. *Compsosoma* Schin. Type: *C. chalconota* Schin. Venezuela.
10.? *Culcua* Wlk. (conf. *Nerua* u. *Evaza*). Type: *C. simulans* Wlk. Malacca, Borneo.
78. *Cyanauges* Phil. = *Antissa* Wlk. Type: *C. ruficornis* Phil. Chili.
13. *Cyclogaster* Wlk.? = *Wallacea*. Type: *C. infera* Wlk. Borneo.
32. *Cyclogaster* Mcq. = *Lasiopa* Brll.
Cyclotelus Wlk. = *Agapophytus* Guér. (*Therevidae* Schin.).
36. *Cyphomyia* Wd. Type: *C. auriflamma* F. Wd. Brasilien. Mexico etc. andere Arten. — Cap? ob diese Gattung.
11*a*. *Cynipimorpha* Brau. Type: *C. Bilimecki* Brau. Mexico.

Dialysis Wlk. Gehört nach Löw Dipt. N.-Am. I. p. 16 zu den Leptiden, nach Schiner zu den Xylophagiden, da Wlk. als Type *X. americanus* angibt, eine *Subula*.
60. *Dicranophora* Mcq. Type: *Dicr. (Sargus) furcifera* Wd. Brasilien.
Dimassus Wlk. (*Therevidae* Schin.).
6. *Diphysa* Mcq. Suppl. IV. 43. Dipt. exot. Type: *D. maculiventris* Mcq. Port Natal.
52. *Drasteria* Schin. Type: *Dr. robusta* Schin. Bahia.

8. *Elasma* Jaen. = *Tinda* Wlk. Type: *E. acanthinoides* Jaen. Java.
Electra Lw. foss. *Xylophagidae*.
23. *Engonia* Schin. = *Negritomyia* Big. Type: *Eng. maculipennis* Mcq. Manilla.
19. *Enoplomyia* (1879) Big. = *Euplomyia* Big. (1878). Type: *E. cothurnata* Big. Batchian.
22. *Ephippium* Ltr. Type: *Eph. thoracicum* F. Europa. — Andere Arten Westindien, Ostindien, Neu-Guinea, Australien.
43. *Euceromys* Big. (*Euceratomyia* nach d. Record. 1877, p. 191). Type: *Odont. nexura* Wlk. Mysol.
55. *Eudmeta* Wd. Type: *E. marginata* Wd. Sumatra, Java.
26. *Euparyphus* Gerst. Type: *Eup. elegans* Wd. Mexico. (Andere Arten von Bigot aus Oran. ?Gattung.)
27. *Euryneura* Schin. Type: *Eur. fascipennis* F. *(Strat.)* Wd. S.-Amerika.
10. *Evaza* Wlk. Type: *Ev. bipars* Wlk. Borneo.
89. *Exaireta* Schin. Type: *Ex. (Xylophagus) rufipalpis* Wd. Mexico, und *X. spiniger* Wd. Neuholland.
45. *Exochostoma* Mcq. Type: *Ex. nitida* Mcq. Südfrankreich. (Andere Art N.-Amerika.)
(86.) *Exodonta* Bellard. Type: *Ex. pedemontana* Bell. Italien. (?= *Acanthomyia*.)

13. *Gabaza* Wlk. = *Wallacea*. Type: *G. argentea* Wlk. Aru-Inseln.
97. *Glutops* Burg. (Proc. Boston S. N. H. 1878. 320. T. XIX, pl. 9, f. 2.) Type: *Gl. singularis* Burg. Massachusetts.
31. *Gobertina* Big. 1879. Type: *G. picticornis* Big. Afrika.

Habrosoma Lw. 1850 (fossil in Bernstein. — ? *Xylophagidae*).
81. *Hadrestia* Thoms. Type: *H. aenea* Thoms. Patagonien.
75. *Hermetia* Ltr. Type: *H. illucens* L. Wd. Mexico, Brasilien.
82. *Heteracanthia* Mcq. Type: *H. ruficornis* Mcq. Columbien.
94. *Heterostomus* Big. Type: *H. curvipalpis* Big. Chile.
94. *Heterostomyia* Big. 1879 *Heterostomus olim*.

34. *Heteroxycera* Big. = *Oxycera* Mg. Arten mit praeapicaler Fühlerborste.
(80.) *Hexacantha* Lioy. = *Beris*. Ann. Soc. Ent. Fr. 1856 p. 63 (3. s. IV.) et. p. 85.
61. *Histiodroma* Schin. Type: *H. (Sargus) inermis* Wd. Brasilien.
(79.) *Hoplacantha* Big. Type: *Beris tibialis* Europa. conf. *Chlorisops* Rd. und *Oplacantha*.
58. *Hoplistes* Mcq, Type: *H. (Sargus) bispinosus* Wd. Brasilien.
39. *Hoplomyia* Zllr. = *Stratiomys* Gffr.
84. *Hylorus* Phil. Type: *H. Kraussi* Phil. Chile (conf. *Metoponia*.) — Ist nicht gleich *Chiromyza*, wie Bigot angibt. A. S. Ent. Fr. 1879, p. 183ff.

91. *Inopus* Wlk. (fälschlich = *Metoponia test.* Lw.) siehe *Chiromyza*. — Nach Schiner = *Chiromyza*. — Type: *I. dispectus* Wlk. Patria?
35. *Inermia* Big. *Odontomyia*-Arten ohne Dornen am Schildchen; ? = *Chordonota*.

95. *Lagarus* Phil. Type: *L. Paulseni* Phil. Chile.
74. *Lagenosoma* Schin. (conf. *Massicyta* Wlk.) Type: *L. picta* Schin. Cap York.
32. *Lasiopa* Brull, Type: *L. Peleteria* Brull. S.-Europa.
18. *Lophoteles* Lw. Type: *L. plumula* Lw. Ins. Radac (persischer Meerbusen).

102. *Macroceromys* Big. Type: *M. fulviventris* Big. Mexico.
70. *Macrosargus* Big. Type; *M. tenuiventris* Big. Amazonen-Strom.
76. *Massicyta* Wlk. (conf. *Lagenosoma*) Type: *M. tricolor* Wlk. Singapur. (Aru-Ins. andern Spec.)
46. *Melanochroa* Schin. Type. *M. dubia* Schin. Brasilien.
63. *Merosargus* Lw. Type: *M. tristis* Lw. Venezuela.
40. *Metabasis* Wlk. Type: *M. rostratus* Wlk. Brasilien.
83. *Metoponia* Mcq. Type: *M. rubriceps* Mcq. Neuholland. (Andere Arten O.-Europa, Amerika.)
69. *Microchrysa* Lw. Type: *M. polita* Lw. Europa. (Andere Spec. N.- und S.-Amerika, Afrika, Ceylon.)
29. *Musama* Wlk. Type: *M. paupera* Wlk. Mysol. Conf. Oxycera.
47. *Myxosargus* n. G. Type: *M. fasciatus* Brau. Mexico.
23. *Negritomyia* Big. = *Engonia* Schin. = *Negritomyia* Big. Type: *Ephippium maculipenne* Mcq. Manilla.
30. *Nemotelus* Geoffr. Type: *N. uliginosus* Lw. Europa. Andere Arten in Africa, Amerika, Asien. (*Nemotelus singularis* Mcq. Columbien conf. *Pachygastrinae* oder *Metoponia*).
89. *Neoexaireta* O. S. = *Exaireta* Schin.
37. *Neorondania* O. S. = *Rondania* Jaenn. Type: *N. chalybea* Wd. St. Thomas.
10.? *Nerua* Wlk. (Schiner stellt die Gattung zu den Sarginen) Type: *N. scenopinoides* Wlk. Aru-Ins.
92. *Nonacris* Wlk. Type: *transequa* Wlk. S. Amerika. conf. *Chiromyza*.
48. *Nothomyia* Lw. Type: *N. scutellata* Lw. Cuba.

(80.) *Octacantha* Big. Untergattung für *Beris clavipes* und Verw. Europa.
17.? *Obrapa* Wlk. Type: *O. celyphoides* Wlk. Aru-Inseln. ? = *Pachygaster*.
25. *Octarthria* n. G. Type *Clit. aberrans* Schin. Neu.Seeland. (Conf. *Adraga* Wlk.)
42. *Odontomyia* Mg. Type: *O. ornata* Mg. (Kosmopolit. Arten.)
79. *Oplacantha* Rd. Type: *O. (Beris) mexicana* Bellard. Mexico. (And. Spec. Valdivia) nach Bigot gehört *Beris tibialis* hieher = *Chlorisops* Rd. = *Hoplacantha* Big.
44. *Oplodonta* Rd. Type: *Odont. viridula* Mg. Europa.
34. *Oxycera* Mg. Type: *O. trilineata* Fbr. Mg. Europa, N.-S.-Amerika, N.—S.-Asien.

16. *Pachygaster* Mg. Type: *P. ater* Fbr. Europa; andere Arten Columbien, Pondichery.
99. *Pachystomus* Ltr. Type: *P. syrphoides* Panz. Schlesien. = *Xylophagus cinctus* ♀.
3. *Panacris* Gerst. Type: *P. lucida* Gerst. Cayenne.

70. *Pedicella* Big. (= *Macrosargus.*)
Phycus Wlk. (*Therevidae* Schin.)
7. *Phyllophora* Mcq. non Thoms. Type: *Ph. nigra* Mcq. Afrika.
8. *Phyllophora* Thoms. non Mcq. = *Tinda* Wlk. Type: *bispinosa* Thoms. Manilla.
11. *Platyna* Wd. Type: *hastata* Fbr. Wd. Guinea.
41. *Promeranisa* Wlk. Type: *P. vittata* Wlk. Amazonen-St.
42. (39.) *Psellidotus* Rd. (conf. *Odontomyia*) Type: *Odontomyia elegans.*
62. *Ptecticus* Lw. Type: *Pt. cingulatus* Lw. Pulo Penang. (Andere Arten in S.- N.-Amerika, Ost-Indien, China.)
12. *Ptilocera* (Mcq.) Wd. Type: *Pt. quadridentata* Wd. (F.) Sumatra. (Andere Arten Java, Afrika, ?S.-Amerika.)
12. *Ptilocerina* Mcq. = *Ptilocera* Wd.
21. *Pycnomalla* Schin. Gerst. Type: *P. splendens* F. Spanien. Andere Art. Neuholland, Afrika.

101. *Rhachicerus* Hald. Type: *Rh. fulvicollis* Wlk. Georgia N.-Amerika.
59. *Rhaphiocera* Mcq. Type: *Rh. (Sargus) armata* Wd. Brasilien.
101. *Rhyphimorpha* Wlk.. — ? = *Rhachicerus.* Type: *Rh. bilinea* Wlk. Molukken (Batchian).
37. *Rondania* J. = *Neorondania* O. S.
15. *Rosapha* Wlk. (conf. *Chalochaetis* Big.) Type: *R. habilis* Wlk. Celebes.
32. *Ruba* Wlk. = *Thylacosoma* Schin. (conf. *Lasiopa*) Type: *R. inflata* Celebes Wlk.
(104.) *Ruppelia* Wd. (Gehört nach Wd. und Schiner zu den Thereviden. Löw. erwähnt sie zum Vergleich mit *Bolbomyia* s.

?65. *Salduba* Wlk. (conf. *Chromatopoda* und *Sargidae*, aber auch *Pachygastrinae*). Type: *S. diphysoides* Wlk. Aru-Inseln.
67. *Sargus* F. Type: *S. cuprarius* F. Europa. (Gatt. cosmopolitisch.)
?(30.) *Saruga* Wlk. (conf. *Oxycera* und *Nemotelus* oder die Pachygastrinen.) Type: *S. conifera* Wlk. Celebes.
(93.) *Sicus* F. = *Coenomyia.*
103. *Solva* Wlk. (*Subula?*) Type: *S. inamoena* Wlk. Celebes.
4. *Spyridopa* Gerst. Type: *Sp. tarsalis* Gerst. Brasilien.
20. *Sternobrithes* Lw. Type: *St. tumidus* Lw. Caffraria.
39. *Stratiomys* Gffr. Type: *Chamaeleon* D. G. Europa. (Cosmopolit. Arten.)
39. *Stratiomyia* Lw. = *Stratiomys* Gffr. = *Stratiomya* Mcq.
103. *Subula* Mg. Type: *S. maculata* F. Europa. (Andere Arten in N.-Amerika.) Vide *Solva.*

73. *Thorasena* Mcq. Type: *T. (Hermetia) pectoralis* Wd. Guinea.
32. *Thylacosoma* Schin. = *Ruba* Wlk. (conf. *Lasiopa*). Type: *Th. amboinense* Schin. *Amboina.*
39. *Thyreodonta* Rd. Type: *strigata (Stratiomys.)*
8. *Tinda* Wlk. = *Biastes* Wlk. = *Elasma* J. Type: *T. modifera* Wlk. Celebes.
77. *Toxocera* Mcq. Type: *T. limbiventris* Mcq. Java.
23? *Tracana* Wlk. (conf. *Engonia* Schin.) Type: *T. iterabilis* Wlk. Celebes.
13? *Trichochaeta* Big. (conf. *Nemotelus, Subula* und *Wallacea*). Type: *T. nemoteloides* Big. Ternate.

16. *Vappo* Ltr. = *Pachygaster.*

13. *Wallacea* Dol. = *Gabaza* Wlk. Type: *W. argentea* Dol. Amboina.

98. *Xylophagus* F. Type: *X. ater* F. Europa. (Andere Arten N.-Amerika.)
90. *Xenomorpha* Mcq. = *Chiromyza.*

---

2. Vergleichende Untersuchungen des Flügelgeäders der Dipteren-Familien nach Adolph's Theorie.[1]

Die nachfolgenden Zeilen sind nicht in der Absicht geschrieben, eine neue Terminologie für das Flügelgeäder der Dipteren aufzudringen. Es genügt bei Beschreibungen von Fliegen, sich der üblichen Termini zu bedienen und soll das Verständniss einer Beschreibung nicht leiden, so ist man verpflichtet, sich, des Vergleiches wegen, jener Namen der Zellen und Adern zu bedienen, welche für die bekannten Formen gebraucht wurden. Es wird ohnehin das Bestimmen dadurch erschwert, dass fast jeder Monograph und jedes Land seine eigene Terminologie festhält. Haliday, Walker, Macquart, Meigen, Winnertz, Schummel u. a. haben verschiedene Namen für dieselben Flügelgegenden und Adern etc. angewendet. In neuester Zeit versucht auch Karsch eine ganz unverständliche und umständlich anzuwendende Terminologie mundgerecht zu machen, obschon er damit nur wenige Arten beschreibt. — Die neue Terminologie hat erst dann die Berechtigung in einzelnen Beschreibungen angewendet zu werden, wenn sie in einem grösseren Werke für alle Formen durchgeführt worden und vor Allem muss sie vorher erklärt werden. Der Verfasser hat es sich sonst selbst zuzuschreiben, wenn seine Beschreibungen nicht verstanden werden und unberücksichtigt bleiben.[2]

Schiner hat im Jahre 1864[3] eine neue Terminologie des Flügelgeäders gegeben, die auf vergleichend morphologischen Studien beruht und v. d. Wulp gibt hierüber eine weitere Besprechung.[4]

Verfasser hat in seiner Arbeit über die Dipteren des Wiener Museums[5] Schiner's Ansichten besprochen und durch Untersuchungen des von Schiner wenig beachteten Syrphidenflügels modificirt. —

Weitere Untersuchungen in dieser Richtung haben gezeigt, dass gerade der Flügelbau der Syrphiden und Mydaiden den Schlüssel zur Lösung vieler Fragen über die verwickeltsten Formen des Adernverlaufes bei Dipteren enthält und dass überdies die früheren Autoren mit Schiner über gewisse Verhältnisse im Unklaren blieben, weil sie den vergleichend anatomischen Weg verlassen haben und bei complicirtem Geäder, die von den Rippen gebildeten Zellen und jene selbst einfach arithmetisch, aber nicht nach der Homologie bezeichneten. Dadurch erhalten ganz gleiche Theile der Flügel verschiedene Namen und Nummern und das Verständniss geht vollständig verloren.

Da ein System nur auf die natürliche Verwandtschaft der Formen gegründet werden kann und diese nur aus der vergleichenden Morphologie und Anatomie erschlossen werden kann, so kann es auch nur Eine richtige Bezeichnung der so constanten Verzweigungen der Flügelrippen geben. Mögen die Zahlen noch so praktisch sein zum Verständnisse einer Beschreibung und diese weit einfacher und leichter machen, zu einer richtigen Erkenntniss der natürlichen Verwandtschaften werden sie nie führen, wenn nicht nachgewiesen wird, dass die als 1., 2. und 3. etc. Zelle oder Rippe des Thieres *A* auch die 1., 2. und 3. Zelle etc. des Thieres *B* sei. — Dass dieses aber nach allen früheren Autoren wirklich nicht oder nur in beschränktem Sinne der Fall ist, will ich sogleich zeigen. —

Die allgemeine Beschreibung des Flügelgeäders, welche Hagen (Stett. Ent. Z. 1870, T. III p. 316) gegeben hat, scheint mit Rücksicht der von mir gegebenen Bemerkungen (Bericht üb. d. Leist. auf d. G. d. Entomologie in d. Jahre 1870, Arch. f. Nat.-G. Troschel) und ohne die später zu erwähnende Arbeit Adolph's auch für die Dipteren richtig. Auch hier sind im Flügel zwei Hauptstämme zu unterscheiden, das Geäste des ersten

---

1 Nova Acta Ac. Leop. Nat. Cur. Vol. XLI. Taf. XXVII ff. —
2 Giebl Zeit. f. ges. Naturw. 1880 3. Folg. Bd. V, p. 654. —
3 Verh. d. z. b. Ges. Wien Bd. XIV, p. 193, T. III. —
4 Tijdsch. V. Entomologie 1871, p. 79, T. II—III. —
5 Denkschr. der kais. Akad. d. Wissensch. mathem. naturw. Cl. Wien 1880 Bd. XLII, p. 110. —

Stammes (Mediana) liegt vor, das des zweiten Stammes (Submediana) liegt hinter der sogenannten kleinen Querader. Der erste Stamm zerfällt also in die Hilfsader, 1., 2. und 3. Längsader, der zweite Stamm in die 4. bis 7. Längsader. Bei einigen Dipteren lagern sich die 3. und 4. Ader so aneinander, dass sie zu einer Längsader verschmelzen, es fehlt daher die zwischenliegende kleine Querader. Es erscheint somit die Hilfsader gleich der Subcosta, die erste Längsader gleich der Mediana, die 2. und 3. Längsader sind Zweige des hinteren Astes der Mediana, der von Burmeister als Sector radii (Radius = Mediana) aufgeführt wird, und von Hagen keinen Namen erhalten hat. Ich habe ihn l. c. gemeinsamen Stamm der 2. und 3. Längsader genannt.

Die Submediana ist gleich der fünften Längsader, die siebente Längsader ist gleich der Postcosta und die vierte ist der vordere Ast der Submediana oder Cubitus Burm. — Die Theilungs-Längsader [1] ist nur ein secundärer Ast des Cubitus und gehört nicht mehr in das allgemeine Schema. Man vergleiche den Flügel von Tabanus l. c. nach meiner Erklärung.

Hagen's, Meigen's und Schiner's neue Terminologie verglichen, ergeben:

Hagen.	Meigen.	Schiner 1864 [2]
1. Randader Costa	....	....
2. Subcosta	Hilfsader	Mediastinalader ....
3. Mediana = Radius	1. Längsader	Subcostalader ....
4. Hinterer Ast der Mediana = Sector	Stamm der zweiten und dritten Längsader	Radialader. (Nur bis zur Theilung, nicht wie bei Schiner bis zum Ende der zweiten Längsader.)
dessen Vorderast	2. Längsader	
dessen Hinterast	3. „	Cubitalader ....
5. Vorderer Ast der Submediana = Cubitus.	4. Längsader	Discoidalader. (Zerfällt sie in zwei Äste, so nenne ich den Vorderen: vierte Längsader, den Anderen: Theilungsader.)
6. Submediana	5. Längsader	Posticalader ....
7. Postcosta	6. „	Analader ....
8. ?	7. „	Axillarader ....

Bei Schiner finde ich nicht passend, dass bei Theilungen der Rippen ein Ast den Namen des Stammes behält, während doch beide Äste neu zu bezeichnen sind, insoferne die Theilung eine gleichartige ist, wie das bei der Radialader und bei der Discoidalader anscheinend der Fall ist. —

Das Geäder wird ein complicirteres durch weitere Verzweigung von Rippen und durch Bildung von Queradern, die durch Brechung von Adern (Knickung) oder Anastomosen entstehen, und ein vereinfachtes durch Ausfallen secundärer Gabeläste und ganzer Längsadern, sowie durch Aneinanderlagerung von Längsadern (Harmonie), wodurch ganze Flügelfelder verloren gehen, mit den dort etwa vorkommenden Rippen.

So gestaltet sich das Geäder natürlich nur für das Auge als etwas Fertiges, die Entwicklung zeigt aber dass die Darstellung Hagens ganz modificirt werden muss. v. Adolph l. c.

Vergleichen wir nun den Flügel eines Mydaiden *(Ectyphus)* mit dem eines Syrphiden *(Criorrhina)*. Sehen, wir ab von der Ausmündung der 2. und 3. Längsader in die erste Ader, so werden wir durch Änderung des Verlaufes der Gabel der dritten und Entfernung der ganzen Theilungsader den Mydaiden-Flügel sofort in einen Syrphiden-Flügel verwandeln.

Es unterscheidet sich also nach Meigen's Terminologie der Syrphiden-Flügel von den Mydaiden nur dadurch, dass der hintere Ast der vierten Längsader, die Theilungsader fehlt, die Gabel der dritten Längsader ihre hintere Zinke in die vierte Ader nach rückwärts schickt, die kleine Querader rudimentär

[1] Sog. vorderer Ast der Posticalader = hinterer Ast der Discoidalader Schiner's.

[2] Walker's Flügelterminologie siehe im Catal. of Dipt. Suppl. I.

ist [1] (siehe meine Arbeit l. c. in den Denkschr. d. Akad. 1880, p. 110). — Untersuchen wir weiter, so finden wir aber, dass hiemit die ganze Erklärung des Syrphiden-Flügels bei Schiner u. a., Meigen etc. falsch wird; denn fehlt die Theilungsader, so fehlt auch die innere Grenze der Discoidalzelle. Der Raum, den Alle bei Syrphiden Discoidalzelle nennen, wird mit einer Hinterrandzelle verbunden und liegt genau an der Stelle, an welcher bei *Mydas* die vierte Hinterrandzelle liegt, er ist damit theilweise homolog und nicht Allein die Discoidalzelle. Was man Discoidalzelle bei Cyclorhaphen genannt hat, ist immer die vierte Hinterrandzelle und die Discoidalzelle; beide sind gleichsam verschmolzen, weil die Theilungsader fehlt. —

Nach Adolph [2] stellt sich die Vena spuria der Syrphiden als eine weitere Entwicklung einer convexen Falte dar, die in allen Flügeln der Dipteren vor der, im Thale verlaufenden, concaven vierten Ader hinzieht und ist wohl der Stamm der dritten Längsader.

Man wird in der richtigen Bezeichnung einer Ader erst dann sicher sein, wenn man nach Adolph vorerst untersucht, ob man es mit einer Convex- oder Concav-Ader zu thun habe.[3] Letzterer hat leider die Flügel der orthorhaphen Dipteren nicht weiter gedeutet, so dass ich mich in vielen Punkten an meine Untersuchungen halten muss.

Nach Adolph ist im Syrphiden-Flügel Folgendes festgestellt:

Die Subcosta (Mediastinalader Schin.) . . . . concav.
1. Die Mediana (Subcostal oder erste Längsader) . . . . convex.
2. Der Sector (Radialader oder zweite Längsader) . . . . concav.
3. Dessen sog. Hinterast (Cubitalader oder dritte Längsader) . . . . convex.
Die Vena spuria, die sog. kleine Querader und die Spitzenquerader . convex.
Wahre kleine Querader . . . . convex.
4. Cubitus (vierte Längsader, Discoidalader) . . . . concav.
5. Submediana (fünfte Längsader, Posticalader) . . . . convex.
6. Postcosta (sechste Längsader, Analader pp) . . . . concav.
7. Axillar-Ader . . . . convex.
Hintere Querader . . . . convex.
8. Angular-Ader . . . . concav.

Abgesehen von den Verschiedenheiten in dem Verlaufe der Endäste dieser Adern kann man eine wesentliche Differenz im Flügelgeäder beobachten, welche jedoch von Schiner, obschon erkannt, doch zu allgemein als Regel aufgestellt und irrthümlich als ein Unterschied zwischen cyclorhaphen und orthorhaphen Dipteren angenommen wurde, der bislang im Flügelgeäder noch nicht sicher erwiesen ist. — Ich meine die Bildung der Discoidalzelle (vide Schiner Verh. d. zool. bot. Gesell., Bd. XIV. p. 207). — Schiner meint, dass dieselbe einmal von der Discoidalader (deren hinteren Zweig) allein (Orthorhaphen) gebildet werde; ein andermal (Cyclorhaphen) von der Discoidal- und Posticalader. Thatsache ist, dass, wenn wir Adolph's Angaben auf die Flügel von *Syrphus* (cyclorhaph) und *Tabanus* (orthorhaph) anwenden, bei ersterem die Discoidalzelle vorne von einer Concavader (der vierten Längsader), hinten von einer Convexader (der Posticalader) begrenzt wird, während bei *Tabanus* sowohl der Vorder- als auch der Hinterrand der Discoidalzelle von einer

[1] Auch Adolph hat diese Ansicht ausgesprochen und hält die sogenannte kleine Querader der Syrphiden nicht immer für dieselbe Ader. — Die Vena spuria, als Convexfalte, scheint der Stamm der dritten Längsader zu sein, die nur als falsche Gabel der zweiten erscheint.

[2] Nov. Act. Ac. Leop. Nat. Cur. V. XLI T. XXVII, Fig. 2. –

[3] Convex-Adern sind solche, welche den Rücken von Längsfalten der oberen Flügelfläche einnehmen, eigentlich Bergadern; Concavadern verlaufen im Thale einer Längsfalte, sind also Thaladern der Flügeloberfläche. Convex und concav darf also nicht auf die Ader selbst angewendet werden. Beide Arten von Adern entstehen unabhängig und können nur scheinbar auseinander entspringen etc. —

Concavader gebildet wird, wobei wir jedoch nicht behaupten wollen, dass die hintere Begrenzungsader ein Ast der vierten oder vorderen Begrenzungsader sei. Diesen Unterschied der Discoidalzelle hat Schiner richtig erkannt, aber er kennzeichnet nicht den Orthorhaphen- oder Cyclorhaphen-Flügel, sondern ist nur für die Charaktere gewisser Familien massgebend. — Ich habe die hintere Concavader der Discoidalzelle vor Adolph fälschlich als Vorderast der Posticalader aufgefasst. Durch Adolph's Entdeckung hat die Bezeichnung der Adern jedoch aufgehört eine willkürliche zu sein, da Concavadern nur Zweige von eben solchen Adern und umgekehrt Convexadern nur Äste dieser sein können. — Sowohl das einfache als auch das complicirte Geäder muss vor der Beschreibung auf die Angaben Adolph's geprüft werden, um die Homologie der Flügeladern festzustellen. — Jene Concavader, welche bei vielen Orthorhaphen die Discoidalzelle hinten abschliesst, nenne ich Theilungsader. Sie findet sich bei keiner cyclorhaphen Fliege, wohl aber fehlt sie unter Orthorhaphen den Empiden, Dolichopoden, Scenopiniden, Hilarimorpha und einigen Bombyliden. (Vielleicht noch einigen anderen.). — Nach Schiner wäre die Theilungsader ein hinterer Ast der Discoidalader.

Der Flügel von *Mydas* zeigt, dass die dritte Längsader identisch ist mit der Vena spuria der Syrphiden, plus dem vorderen Stück ihrer sogenannten dritten Längsader und dass die sogenannte kleine Querader derselben, sowie die Endgabel der dritten Längsader der Orthorhaphen nur Endzweige dieser Hauptader sind. Der Stamm reicht bei *Mydas* bis zur hinteren Aussenecke der Discoidalzelle und biegt als Spitzenquerader nach vorne um. Die kleine Querader ist vollständig verschwunden. Die Unterrandzellen liegen zwischen der 2. und 3. Längsader u. zw. eine immer in der ersten Endgabel der dritten Längsader. Die Hinterrandzellen sind ebenso zu bestimmen. Die erste liegt hier hinter der ersten Endgabel der dritten Längsader oder sonst stets nach aussen von der kleinen Querader, wenn diese vorhanden ist. Ihre hintere Grenze bildet meist deutlich eine Convexfalte (Vena spuria) vor der vierten Längsader, oder hier die ausgebildete dritte Längsader. Die zweite Hinterrandzelle liegt in der Endgabel dieser Convexfalte oder der dritten Längsader, respective deren hinteren Aste. Scheinbar bildet diese Endgabel das Ende der vierten Längsader und ihr Ursprung aus der dritten Ader ist verwischt. —

Die dritte Hinterrandzelle liegt hinter oder nach innen von der vorigen convexen Endgabel der zweiten Zelle. Die vierte liegt stets hinter der concaven Theilungsader, vor oder nach aussen von der fünften Zelle, welche in der Gabel der convexen Posticalader liegt. Die vierte Hinterrandzelle ist daher stets daran zu erkennen, dass sie am Vorderrande von einer Concavader begrenzt wird. — Die Analzelle liegt zwischen der convexen Postical- und der concaven Analader. — Entfernen wir die Theilungsader, so wird der Flügel von *Mydas* einem Syrphiden-Flügel ähnlich. — Bei allen jenen orthorhaphen Dipteren, bei welchen die Discoidalzelle am Hinterrande von einer convexen Ader begrenzt wird, fehlt die vierte Hinterrandzelle z. B. Empiden, Hybotiden *(pp)*, Dolichopoden, Scenopiniden und dieselbe ist in der Discoidalzelle gelegen. Man entdeckt bei *Empis* u. a. eine oft deutliche concave Längsfalte in dieser Zelle, welche als Rest der Theilungsader anzusehen ist und die vordere Grenze der vierten Hinterrandzelle bildet. Man könnte die 1., 2. und 3. Hinterrandzelle daher Cubitalzellen, die vierte Medialzelle oder Subdiscoidal-, und die fünfte Posticalzelle nennen.

Vergleicht man die Flügel von *Toxophora (Bombylidae)*, Tabaniden *(T. rusticus)*, *Promachus*, *Machimus* und *Mallophora (Asilidae)*, so erhält man eine Idee von der Entwicklung der Unter- und Hinterrandzellen und wenn man ferner obige Gattungen mit den Syrphiden vergleicht, so scheint die Vena spuria sich als dritte Längsader deuten zu lassen. Bei *Tabanus* zeigt die vordere Zinke der Gabel der dritten Längsader sehr häufig eine gegen die Flügelbasis laufende Anhangszinke. Verlängert man dieselbe bis zur zweiten Längsader, so erhält man einen Flügel mit drei Unterrandzellen, wie bei *Promachus*. Die verlängerte Anhangszinke ist bei *Promachus* als concave Ader vorhanden, während mir der vordere Gabelast, der mit dieser Anhangszinke oft ein Continuum zu sein scheint, convex u. zw. als Gabelast der dritten Längsader erscheint. Der Ursprung der dritten Längsader aus der zweiten ist aber ein scheinbarer, die eigentliche Ader läuft als Convexfalte bis zur Basis der Submediana mitten durch die vordere Basalzelle und ist bei vielen

Asiliden und Bombyliden sogar als Convexrippe entwickelt. Genau an dieser Stelle verläuft aber bei den Syrphiden die Vena spuria convex bis zur wirklichen, von mir festgestellten (Conf. *Microdon*) kleinen Querader am Grunde der Discoidalzelle. Hier nimmt sie einen concaven hinteren Ast der zweiten Ader — die falsche Ursprungsstelle der dritten Längsader — auf und läuft als Convexader zur Spitze, gabelt sich über der Discoidalzelle, so dass die hintere Zinke in die vierte Längsader mündet, die vordere Zinke aber die Fortsetzung der dritten Längsader bleibt und ebenso eine die kleine Querader kreuzende Convexfalte bis zum Aussenende der Discoidalzelle nach hinten zieht. In diesen Fällen ist die erste Unterrandzelle vorne von der zweiten Längsader, hinten, nach innen, von dem concaven Zinkenstück zwischen der zweiten Längsader und vorderer Gabelzinke der dritten Längsader, nach aussen von letzterer Zinke selbst begrenzt. — Die zweite Unterrandzelle liegt in der Gabel der dritten Längsader; die dritte Unterrandzelle liegt nach innen von der Gabel der dritten Längsader, hinter der inneren Hälfte der ersten Unterrandzelle, bei *Machimus* zwischen der dritten Längsader und dem concaven hinteren Ast der zweiten Längsader. (Tafel. Fig. 2—3.) Bei *Syrphus* ändert sich das Verhältniss etwas, indem dieser concave Ast sehr kurz ist und dann von der Gabel ein convexer Ast zur kleinen Querader zieht, die dritte Längsader pro parte, als deren hinterer Ast die Vena spuria erscheint, die mit der dritten Hauptader bei *Promachus* identisch ist, während die dritte Längsader der Syrphiden als Fortsetzung der Gabel nach innen, vielleicht theilweise auch als Concavader zu deuten wäre. Wie dem auch sei, so halte ich die hier geschilderten und bezeichneten Adern für einander homolog.

Nebenbei sei bemerkt, dass Schiner (Fauna Austr. I. Taf. II) in Fig. 1, Flügel eines Bombyliden mit drei Unterrandzellen „*(c)*" anders gedeutet hat, als in der zweiten Figur von oben, in welcher „*b*" die zweite Unterrandzelle sein soll, aber eine falsche Endgabel der zweiten Längsader darstellt, da ihre Verbindung mit der dritten unterbrochen ist. Der Vorderrand ist die zweite Längsader, der Hinterrand der Gabel ist als vordere Zinke der Gabel der dritten Längsader aufzufassen.

Die Discoidalzelle vieler Orthorhaphen exclusive *Empidae, Scenopidae et Dolichopidae* liegt zwischen der vierten Längsader und der Theilungsader. Fehlt die Theilungsader, so entsteht das Geäder der Cyclorhaphen, ferner der Empiden und Dolichopoden etc., oder scheinbar jener Orthorhaphen, welche nur drei Adern aus der Discoidalzelle auslaufen lassen, z. B. Bombyliden. Hier sieht man aber sehr häufig, dass die Lage der vierten Hinterrandzelle, welche in der Regel hier fehlt, durch eine Zinke an der die Discoidalzelle hinten begrenzenden Ader deutlich angedeutet ist. Es fehlt also hier die vierte Hinterrandzelle oder wird rudimentär, indem sie vom Rande weg gegen die Discoidalzelle rückt und endlich eingezogen wird. Man vergleiche *Dasypogon diadema* und *D. teutonus*, ferner *Bombylius* ohne vierte Zelle mit *Anthrax* und *Argyromoeba*, wo die 3. und 4. Hinterrandzelle vereinigt sind. Es entsteht dadurch eine Ähnlichkeit im Resultate, obschon beide (Empiden, Dolichopoden, Scenopiniden einerseits und Bombyliden andererseits) Arten des Flügelgeäders dem Ursprunge nach sehr verschieden sind, wie eben der Flügel von *Argyromoeba* beweist. Hier liegt das Rudiment der vierten Hinterrandzelle ausserhalb der Discoidalzelle und ist mit der dritten Hinterrandzelle am Saume des Flügels verschmolzen, während bei Cyclorhaphen und den orthorhaphen Empiden, Dolichopoden, Scenopiniden die dritte Hinterrandzelle von der vierten ganz isolirt, ausserhalb der Meigen'schen hinteren Querader, am Saume liegt und die vierte Hinterrandzelle zwischen der 4. und 5. Längsader mit der Discoidalzelle verschmolzen ist. Bei Cyclorhaphen und einigen Orthorhaphen fehlt eben die Theilungsader vollständig, bei Bombyliden bildet sie aber den Hinterrand der Discoidalzelle bis zur Zinke der dritten Hinterrandzelle, von da fallen die 3. und 4. Hinterrandzelle zusammen.

Zur Charakteristik der Familien wird die Untersuchung der Flügeladern in dieser Richtung sehr wesentlich,[1] da man z. B. sofort einen Empiden und Bombyliden-Flügel, wenn beide eine Discoidalzelle besitzen, aus welcher nur drei Adern zum Rande laufen, unterscheiden kann. Ebenso weist die Untersuchung der Convex- oder Concavfalten den Verlauf von meist als fehlend angegebenen Adern nach z. B. bei *Ptychoptera*, wo ich indess

[1] Die Bestimmung einer Convex- und Concav-Ader ist zuweilen sehr schwierig und oft bei feinen Endästen nicht mehr möglich. Ich habe mich daher vorläufig auf die Untersuchung der Hauptadern beschränkt.

längst auf diese Falte als wahre Analader aufmerksam machte. Empiden und Dolichopoden, welche nach meiner Entdeckung fast gleichgebaute Larven zeigen, lassen sich auch durch die Convexader am Hinterrande der Discoidalzelle erkennen und von den übrigen Procephalen unterscheiden. Ebenso stellt sich *Ptychoptera* zu *Rhyphus* und mit *Chironomus* zu den Eucephalen und nicht zu den Tipuliden. —

Ich stelle nach obigen Auseinandersetzungen eine Tabelle der Familien der *Diptera orthorhapha brachycera* zusammen, welche zur Vervollständigung und Verbesserung der früher in diesen Schriften (1880) gegebenen Charakteristik dienen soll.

Nicht berücksichtigt wurden in dieser Tabelle die Gattung *Opetia* und die Lonchopteriden weil deren Geäder noch nicht genügend aufgelöst ist. *Opetia* dürfte zu den Cyclorhaphen in die Nähe von *Pipunculus* oder *Platypeza* gehören. Die Lonchopteriden dürften den Empiden und Hypotiden nahe stehen, obschon deren Larve auch Beziehungen zu den Stratiomyiden zeigt. *Platypeza* scheint mit *Phora, Pipunculus* aber durch das unsymmetrische *Hypopygium* mit den Syrphiden verwandt.

In meiner Arbeit über die Familien der Dipteren (diese Denkschriften 1880, p. 6 Separ.) ist im Charakter der Orthorhaphen auszulassen: „Discoidalzelle von der vierten Ader allein gebildet“ Weiters gruppiren sich die Familien:

I. Analzelle offen oder die sie schliessende Analader rudimentär, eine concave Falte bildend (*Rhyphus, Chironomus*), Discoidalzelle fehlend, oder wenn vorhanden, vor der vierten Hinterrandzelle von einer Concavader begrenzt, d. h. die Theilungsader vorhanden (*Tipulidae, Rhypidae*). *Nematocera.*

II. Analzelle gegen den Rand verengt oder geschlossen, am Hinterrande von einer deutlichen Concavader begrenzt, wenn fehlend oder kurz, dann stets die Fühler kurz dreigliedrig (*Empidae, Dolichopodae*). *Brachycera.*

1. (19.) Discoidalzelle am Hinterrande, namentlich über dem Raume der vierten Hinterrandzelle, also ganz oder theilweise daselbst von einer Concavader begrenzt, d. h. eine gesonderte Discoidalzelle vorhanden.

2. (10.) An den Füssen das Empodium mit den zwei Haftlappen gleichgebildet, d. h. drei Haftlappen vorhanden.

3. (9.) Vierte Hinterrandzelle fehlend, oder, wenn gesondert vorhanden, hinten nie von einer mit der Discoidalzelle parallel laufenden Ader begrenzt, sondern stets gegen den Rand nach hinten geneigt und von zwei in dieser Richtung verlaufenden Adern nach aussen und innen begrenzt, weil die vordere Zinke der fünften Längsader direct in den Hinterrand auslauft; oft in den Rand mündend oder geschlossen und zuweilen gestielt.

4. (7.) Fühler mehr als 3gliedrig, das sogenannte dritte Fühlerglied, oft ein Complex aus mehreren Gliedern mit einer Borste, oder einfach mit einem dicken 4gliedrigen Griffel, also zusammengesetzt, 7gliedrig mit Einschluss des sogenannten Griffels oder alle Glieder zusammen eine mehr als 3gliedrige Keule etc. zusammensetzend.

5. Vordere Zinke der dritten Längsader in den Vorderrand. Hintere Zinke der Gabel der dritten Längsader vor oder an der Spitze, oder kaum nach innen davon am Hinterrande mündend (*Coenomyia*). In letzterem Falle gleichweit von der vierten Längsadermündung und der Spitze, oder letzterer näher gelegen, oder beide Zinken der dritten Längsader vor der Spitze mündend.
Notacantha { *Xylophagidae*, *Coenomyidae.*, *Stratiomyidae.* }

6. Vordere Zinke in den Vorderrand, hintere Zinke der dritten Längsader weit nach innen von der Spitze in den Hinterrand mündend, von jener doppelt so weit oder noch entfernter als von dem Ende der vierten Längsader oder in letztere mündend.
{ *Tabanidae.*, *Acanthomeridae.* }

---

[1] **Walker's** Terminologie vide Cat. of. Dipt. Supp. I.

7. (4.) Drittes Fühlerglied einfach, mit einer Endborste oder Griffel. Beide Zinken der Gabel der dritten Längsader nahe beisammen vor und hinter der Spitze mündend, oder die vordere in die Spitze, die hintere dicht hinter derselben gehend und von der Spitze und vierten Längsader gleichweit entfernt. Schüppchen klein oder fehlend. — *Leptidae.*

8. Fühler 2—3gliedrig, mit oder ohne Endborste oder Griffel. Schüppchen in der Regel sehr gross, die Halteren deckend, Hinterleib 5—6ringlig, meist kugelig. Schienen unbewehrt oder die des zweiten und dritten Beinpaares an dem äusseren Ende mit einem spornartigen Fortsatz. Flügel oft mit vollständiger Randader, oder diese nur am Vorderrande. Kleine Querader zuweilen fehlend, wenn vorhanden, stets sehr nahe oder an der Theilung der 2. und 3. Längsader, kaum ausserhalb, oder sogar an dem gemeinsamen scheinbaren Stamm der 2. und 3. Ader innerhalb der Theilung gelegen. Eine zweite falsche kleine Querader liegt fast regelmässig am äusseren Ende der Discoidalzelle zwischen dieser und der Endgabel der dritten Längsader. Bei *Acrocera* ist letztere allein vorhanden, — 0 bis 5 Hinterrandzellen. Geäder oft undeutlich und reducirt, oder merkwürdig verdreht. — *Acroceridae.*

9. (3.) Vierte Hinterrandzelle mit der Discoidalzelle parallel, eine zweite Zelle hinter dieser bildend, vom Rande durch die mit demselben parallele vordere Zinke der fünften Längsader abgeschlossen, und erst am äusseren Ende zuweilen durch eine Querader mit demselben verbunden. Kleine Querader fehlend, durch Anlagerung der 3. und 4. Längsader, oder am äusseren Ende der Discoidalzelle liegend. Dritte Ader aus der Discoidalzelle fehlend oder in die vordere Zinke der fünften mündend, oft gegen die Basis rücklaufend. *Nemestrinidae.*

10. (2.) An den Füssen nur zwei Haftlappen, oder auch diese fehlend, Empodium klein, anders gebildet oder ganz fehlend.

11. (16.) Erste Ader aus der Discoidalzelle hinter der Flügelspitze mündend.

12. Dritte Ader aus der Discoidalzelle fehlend oder rudimentär, daher die 3. und 4. Hinterrandzelle in Eine Zelle vereinigt, 2—3 Adern aus der Discoidalzelle zum Hinterrande gehend. Ist die vierte Hinterrandzelle abnorm vorhanden, so erscheint sie klein und gestielt. Sind nur zwei Adern aus der Discoidalzelle vorhanden, so fehlen die 2. und 4. Hinterrandzelle und sind mit der dritten ein Raum. Beine zart und dünn. — *Bombylidae.*
Toxophorinae; *Systropinae.*

13. Dritte Ader aus der Discoidalzelle vorhanden, in den Hinterrand oder die vordere Zinke der fünften Längsader mündend, daher vier Adern aus der Discoidalzelle und fünf Hinterrandzellen.

14. Rüssel stark, röhrig, stechend, Unterlippe eine hornartige Scheide bildend. Beine kräftig, Augen vorgequollen, Stirne eingesattelt gegen den Scheitel. Fühler 3gliedrig, mit oder ohne Griffel oder Borste. *Asilidae.*[1]

15. Rüssel mit Endlippen, breit compress, aufgebogen, Fühler 4gliedrig, 2. und 3. Glied klein, letztes lang und dick mit Endgriffel oder Borste. Beine dünn und zart, mit kleinen Klauen. *Therevidae.*

16. (11.) Erste Ader aus der Discoidalzelle, wenn vorhanden, vor der Flügelspitze mündend.

17. Rüssel mit breiten löffelförmigen Tastern. Fühler kurz, drittes Glied citronenförmig mit plumpem Griffel; fünf Hinterrandzellen. *Apiocerina.*

18. Rüssel ohne Taster, kurz oder lang. Fühler 4—5gliedrig, keulenförmig, lang oder kurz, fünf Hinterrandzellen oder die 1. und 2. oder 3. und 5. vereinigt. *Mydaidae.*

---

[1] *Lampromyia* Macq. Suit. a. Buffon. V. II. 660 gehört durch ihre zwei Haftlappen und das Geäder wohl hieher zu den Asiliden und nicht zu den Leptiden, u. z. in die nächste Verwandtschaft zu *Leptynoma sericea* Westw. (Africa) Trans. Ent. Soc. London 1876. p. 517 Tab. VI f. 7.

19. (1.) Discoidalzelle oder deren Raum hinten von der convexen fünften Längsader begrenzt; vierte Hinterrandzelle mit der Discoidalzelle vereinigt, fehlend.

20. Fühler kurz, 3gliedrig, letztes Glied zungenförmig, ohne Griffel und ohne Borste, Beine kurz. Zwei Haftlappen, Empodium fehlend. Analzelle lang und spitz. Hilfsader in die Randader, vierte Längsader vor der Spitze mündend. *Scenopinidae.*

21. Fühler 3gliedrig, mit End- oder Rückenborste oder Griffel, Beine mehr weniger schlank.

22. (25.) Hilfsader lang, in den Flügelvorderrand mündend oder erst gegen das Pterostigma zu verschwindend, hintere Basalzelle lang oder stets deutlich abgegrenzt.

23. Analzelle aussen von einer geraden nach hinten oder gegen den Hinterrand laufenden Ader begrenzt, zuweilen gegen den Rand ausgezogen. *Hybotidae.*

24. Analzelle aussen von der gegen die Flügelwurzel rücklaufenden hinteren Zinke der fünften Längsader bogig begrenzt oder fehlend, 2—3 ungleiche Haftlappen. *Empidae.*

25. (22.) Hilfsader kurz, in die erste Längsader hinter ihr mündend, oder allmälig verschwindend, drei ungleiche Haftlappen an den Füssen. Analzelle stets sehr kurz, von der im Bogen nach hinten gehenden kleinen hinteren Zinke der fünften Längsader aussen geschlossen. Beine ziemlich lang und zart. Hintere Basalzelle sehr klein, von der Discoidalzelle nur durch eine rudimentäre Querader abgegrenzt oder damit vereinigt. *Dolichopodae.*

Die Subordo *Diptera Cyclorhapha* zeigt stets das Fehlen der Theilungsader; die Discoidalzelle ist, wie bei der letzten Gruppe der Orthorhaphen, stets hinten von der convexen vorderen Zinke der fünften oder Posticalader geschlossen und die vierte Hinterrandzelle ist mit der Discoidalzelle vereint. Sie unterscheiden sich von den Orthorhaphen nur durch die Bogennath u. a. nicht im Flügel liegende Merkmale. Die Angabe, dass bei Syrphiden die Discoidalzelle von der Discoidalader allein gebildet wird, ist ein Irrthum, der durch Adolph's Entdeckung sofort erkannt wird.

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man, dass das Flügelgeäder allein nicht ausreicht zu einer natürlichen Gruppirung und zu letzterer namentlich die Larvenformen in Bezug ihrer Mund- und Kopf- oder Chitinscelettheile die sichersten Anhaltspunkte geben. — Mit alleiniger Berücksichtigung des Flügelgeäders bringt man sehr verschiedene Formen zusammen, die auch im ganzen Körperbau anders gebildet sind. So hat *Mydas* dasselbe Geäder wie *Nemestrina*, obschon erstere Gattung mehr mit *Erax* unter den Asiliden, letztere mit *Apiocera* verwandt scheint. *Scenopinus* erreicht eine grosse Ähnlichkeit mit cyclorhaphen Dipteren und ist der nächste Verwandte zu *Thereva*. Das Geäder der Dolichopoden erinnert an das der Acalypteren und die Larve bringt sie zu den Empiden. Die Stratiomyiden nähern sich den Tipuliden im Flügel durch die kurze kleine Discoidalzelle und sind zunächst mit den Tabaniden verwandt. Jedenfalls steht fest, dass einige dieser Ähnlichkeiten auf wirkliche Verwandtschaft — nähere oder entferntere — zurückführbar sein werden. Mit Berücksichtigung der sonst als Adern ausgebildeten Concavfalten ist der Vergleich von *Rhyphus* mit *Xylophagus* und *Rhachicerus* überraschend, ebenso von *Rhyphus* und *Ptychoptera*, welche dann sämmtlich eine Analzelle ausweisen, die in den Abbildungen nicht beachtet wurde.

Es bedarf, wie auch Adolph sagt, einer gründlichen Revision der Bezeichnungen und Beschreibungen der Flügeladern. Es zeigt sich ferner, dass die bisher als die besten bezeichneten Abbildungen in dieser Hinsicht nicht genügen, weil sie die Natur der Adern ausser Acht lassen und den Nachweis der homologen Adern nicht ermöglichen. — Als die besten, auch in Bezug auf Adolph's Theorie anwendbaren, Bilder können wir die von v. d. Wulp „Diptera Neerlandica“ bezeichnen. —

3. Characteristik der mit *Scenopinus* verwandten Dipteren-Familien und Gattungen.

Über die natürliche Verwandtschaft der Gattung *Scenopinus* haben bisher alle Systematiker verschiedene Ansichten ausgesprochen. Seit der verfehlten Eintheilung der Dipteren in *Diptera Nemocera* und *Brachocera* durch Macquart hat *Scenopinus* in letzterer Division die verschiedensten Stellungen eingenommen. Durch die Eintheilung Macquart's war die weit natürlichere Gruppirung der Fliegen, welche früher Latreille gegeben hatte, verwischt worden und damit der Gattung *Scenopinus* auch der Weg zur Subdivision 3, welche die Musciden und Pupiparen enthielt, geebnet worden, während bei Latreille die Muscarien eine eigene Familie bildeten, aus welcher sogar die Pupiparen, als besondere Section, den übrigen Dipteren gegenüber ausgeschieden waren. Vereinigen wir die Pupiparen mit der vierten Familie Latreille's[1] (*Athericera*), so entspricht dieser Complex meiner heutigen Subordo *Diptera cyclorhaphae.* Latreille unterscheidet sich daher vortheilhaft von allen späteren Systematikern, dass die von ihm geschaffenen Hauptgruppen der Dipteren durch die genaueren Forschungen auf dem Gebiete der Entwicklung und Anatomie sehr wenig alterirt werden. —

Latreille stellt die Gattung *Scenopinus* daher nicht mehr zu den Athericeren, sondern zu den Notacanthen, wohin die Stratiomyiden gehören, also zu den heutigen orthorhaphen Dipteren, nur fehlt er insoferne, als die Verwandlung den *Scenopinus* in dessen zweite Familie verweist. In dieser zweiten Familie vereinigt Latreille meine[2] Tanystomen, Polytomen und Procephalen als *Tanystoma* und theilt sie in eilf Tribus, welche meinen Familien entsprechen. —

Es scheint fast, als hätten die späteren Systematiker den Ausspruch Latreille's übersehen, der auf Seite 501 l. c. zu lesen ist. Es heisst dort: „Nos divisions générales de l'ordre des diptères sont établies sur la considération des diverses sortes de métamorphoses; en les négligeant, on pourrait avoir une distribution plus simple et plus commode, mais qui serait artificielle.“ In der hierauf folgenden eben angedeuteten künstlichen Eintheilung, nach den Mundtheilen und den Fühlern allein, wird *Scenopinus* von den Notacanthen weg zu den Athericeren gestellt. — Bevor ich auf die Ansichten anderer Autoren über die systematische Stellung der Gattung *Scenopinus* übergehe, stelle ich die Eintheilung der Dipteren Latreille's neben mein mit Schiner entworfenes, ebenso auf anatomische Merkmale und die Verwandlungsformen gegründetes System, um die geringen Unterschiede beider zu zeigen, obschon wir ganz andere Merkmale zur Unterscheidung der Gruppen gewählt haben. —

Mein System vereinigt in den beiden Hauptgruppen aber nur wirklich verwandte Formen, während von den beiden Sectionen Latreille's einander fern stehende Formen aufgenommen werden und die verwandten Muscarien und Pupiparen dadurch getrennt werden, dass Erstere in die Section I fallen. Weniger und grössere Verwandschaftskreise festzustellen galt mir als Hauptziel der neueren Forschung. —

Da sich die Verwandtschaften der Formen nur aus der Anatomie und Entwicklung erkennen lassen, so erklärt sich hiermit auch die grosse Abweichung der übrigen Autoren von diesen beiden Systemen, indem dieselben weit weniger Gewicht auf obige, als auf künstliche Merkmale gelegt haben, und höchstens Differenzen im Hautskelete in Betracht zogen. —

---

[1] Familles natur. du règne animal. Paris 1825, p.495. —

[2] Verh. der zool. bot. Ges. 1869, p. 848 —

Latreille's System.

I. Section:

1. Fam. *Nemocera.*
   1. Trib. *Culicidae.*
   2. „ *Tipulidae.*
2. Fam. *Tanystoma.*
   1. Trib. *Tabanii.*
   2. „ *Sicarii.*
      Coenomyidae.
      Chiromyza.
      Pachystoma.
   3. Trib. *Mydasii* (incl. *Thereva*).
   4. „ *Leptides.*
   5. „ *Dolichopoda.*
   6. „ *Asilici.*
   7. „ *Hybotini.*
   8. „ *Empides.*
   9. „ *Anthracii.*
   10. „ *Bombyliarii.*
   11. „ *Vesiculosa.*
      (Acroceridae.)
3. Fam. *Notacantha.*
   1. Trib. *Xylophagei.*
   2. „ *Stratiomydes* (incl. *Scenopinus*).
4. Fam. *Athericera.*
   1. Trib. *Syrphiae* (incl. *Pipunculus*).
   2. „ *Conopsariae.*
   3. „ *Oestrides.*
   4. „ *Muscides.*

II. Section:

5. Fam. *Pupipares.*
   1. Trib. *Coriaceae.*
   2. „ *Phthyromyiae.*

Unser System.

Subordo I. *Orthorhapha.*

A. *Nematocera.*

I. Trib. *Oligoneura.*
(Cecidomyidae.)
Pars *Tipulidarum* Ltr.

II. Trib. *Eucephala.*
Pars *Tipulidarum* et *Culicidarum* Ltr.

III. Trib. *Polyneura.*
Pars *Tipulidarum* Ltr.

B. *Brachycera.*

IV. Trib. *Cyclocera.*

a) *Notacantha.*
(= Fam. 3. Ltr. et *Sicarii.*)

b) *Tanystoma.*
(= Fam. 2. Trib. 1. u. 4. Latreille.)

V. Trib. *Orthocera.*

a) *Polytoma.*
(*Mydasii* pars Ltr.)

b) *Procephala.*
(Fam. 2 Trib. 3 (excl. *Thereva*) u. 5 bis 11. Ltr.)

VI. Trib. *Acroptera* mit *Lonchoptera.*

Subordo II. *Cyclorhapha.*

A. *Proboscidea.*
(= Sect. I., Fam. 4., Trib. 1. bis 4. Ltr.)

I. Trib. *Pseudoneura* s. *Syrphidae.*
(= Trib. 1. Ltr.)

II. Trib. *Eumyidae.*
(= Trib. 2., 3., 4. Ltr.)

B. *Eproboscidea.*
(= Sect. II. Ltr.).
Trib. *Pupipara.*

In meinen früheren Arbeiten [1] habe ich gezeigt, dass die Pupiparen zunächst mit den echten Muscarien und zwar mit einer Gruppe der Cyclorhaphen verwandt sind, nur einen aberranten Zweig der Eumyiden bilden und nicht den ganzen übrigen Dipteren gegenüber gestellt werden können. Hätte Latreille die Larven von *Coenomyia* und *Xylophagus* s. str. (Type *X. ater*) gekannt, so hätte er die Tribus *Sicarii* fallen gelassen und wäre ihm die Verschiedenheit einer *Stratiomys*-Tonnenpuppe von der einer Muscarie bekannt geworden, so hätte er eine der heutigen sehr ähnliche Eintheilung der Fliegen gegeben. Da demselben auch die Verwandlung von *Scenopinus* nicht bekannt war, so liess er sich durch die Mundtheile desselben bestimmen ihn zu den Notacanthen zu stellen. —

Wenn einige spätere Autoren sich, trotzdem ihnen obige Momente theilweise und die Verwandlung von *Scenopinus* bekannt waren, über die richtige Stellung der Gattung nicht klar werden konnten, so lag das wohl darin, weil die Bildung des Kopfendes der Dipteren-Larven und der Mundtheile derselben höchst

[1] Verh. der zool. bot. Ges. 1867, p. 737 ff. —

unvollkommen beschrieben und niemals vergleichend bearbeitet worden waren, ebenso weil man sich bei der Verpuppung der Larven von Äusserlichkeiten leiten, und den verschiedenen Kopfbau der vollkommenen Thiere ganz ausser Acht liess.

Meigen blieb über die Verwandtschaft des *Scenopinus* im Unklaren.

Er stellt (syst. Beschreibung d. eur. Zweiflügler) die Gattung zwischen *Lonchoptera* (*Oxyptera*) und *Conops*. Es folgen in der Reihe: Dolichopoden, *Oxypterae*, *Scenopinus* und Conopiden. Da die Larve von *Lonchoptera* sehr abnorm gebaut ist und deren Mundtheile ungenau bekannt sind, deren Körperban aber mehr auf die Stratiomyiden hinweist, so steht sie jedenfalls trennend inzwischen. Die Larve von *Scenopinus* schliesst sich eng an die von *Thereva*. — Mit den Conopiden als cyclorhaphen und nach meiner neueren Anschauung holometopen (Acalypteren) Dipteren hat *Scenopinus* aber nichts gemein. Die Puppe von *Lonchoptera* ist eine *coarctata orthorhapha*, wie bei *Stratiomys*. —

Wiedemann (Aussereuropäische Zweiflügler I, p. 239) weist dem *Scenopinus* ebenfalls den Platz zwischen Dolichopoden und Conopiden an, also zwischen ortho- und cyclorhaphen Dipteren, eine Stelle, die nach meinen neuen Untersuchungen [1] nur den Syrphiden mit *Pipunculus* zukommen kann. — Letztere haben das unsymmetrische Hypopygium der Männchen mit Syrphiden gemein. Die von mir früher diesen genäherten Platypeziden zeigen nahe Verwandtschaft mit den Phoriden und haben ein symmetrisches Hypopygium der Männchen. — Die *Pupa coarctata cyclorhapha* scheidet alle letzteren von *Scenopinus*, der eine freie Mumienpuppe zeigt.

Léon Dufour, welcher die Gattung anatomisch untersuchte und die Nymphe kannte, spricht sich auch über die Stellung derselben im System soweit ganz richtig aus, als er dieselbe neben *Thereva* in eine eigene Familie stellt. Er sagt (Ann. Soc. Ent. d. France. 2. Ser. Tom. 8, p. 493 1850 und ebenso Mém. Acad. d. Sc. Tom. XI, 1850) „qu'il semblait avoir été mis au monde pour le tourment et le désespoir des classificateurs.“

Es ist aber ein Missverständniss Léon Dufour's, wenn er seinen Landsmann Latreille weiters zu widerlegen sucht und das künstliche, oben erwähnte System des letzteren, für das Latreille'sche System hält. Es ist somit überflüssig zu beweisen, dass vermöge der Form des Nervensystems und der Anlage des Flügelgeäders *Scenopinus* nicht, wie Latreille angeblich behauptet haben soll, zu den Musciden (Athericeren) gehöre; denn Latreille hat den *Scenopinus* zu den Notacanthen gestellt und nur im bequemeren künstlichen Schema bei den Muscarien aufgeführt. Siehe oben. —

Sehr merkwürdige Ansichten über die Gattung *Scenopinus* hat Bigot ausgesprochen (Essai d'une Classification Gén. et de l'ordre des Insectes Diptères. Ann. Soc. Entom. de France 2. s. T. X, p. 471, 1852). Er stellt die Scenopiniden in die achte Tribus *Bombylidii* als Gruppe *B*. —

Im Jahre 1858 (l. c. 3. ser. T. VI, p. 571) erklärt derselbe, dass die Scenopiniden, wo sie immer hingestellt würden, im Systeme störend wirkten. — Die innere Anatomie nähert sie den Bombyliden, während das Aussehen sie sowohl den Stratiomyiden als auch den Musciden nahe bringt. Er fühlt sich dadurch zu dem Ausspruche veranlasst: „quoi qu'il en soit, il semble inévitable de les réunir à ces autres ébauches que Dieu, „dans son oeuvre infinie, n'a pas voulu parfaire, soit pour nous démontrer, une fois de plus, notre vanité et sa „grandeur, soit pour tenir constamment en haleine les facultés spirituelles qu'il a daigné nous départir, soit „enfin pour d'autres motifs qu'il ne nous a pas révélés.“ —

Es scheint aber dieser Ausspruch ziemlich unbegründet, da Bigot über die Verwandtschaft der Scenopiniden durchaus nicht so im Dunkel geblieben ist. — Da die Musciden als cyclorhaphe Dipteren hinwegfallen, so bleiben nur die Bombyliden und Stratiomyiden zu betrachten. Mit ersteren ist *Scenopinus* durch seine Larve etc. wirklich verwandt, den letzteren ist er nur ähnlich, zum Beispiele einem *Nemotelus* oder *Pachygaster*. Da nun Bigot seine Tribus *Bombylidae* in *Thereviden*, *Bombylidae* s. str. und *Scenopiniden* theilt, so stünden ziemlich nahe verwandte Formen richtig beisammen.

---

[1] Monographie der *Tabanus*-Arten etc. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch. Wien 1880. —

Gerstaecker (Handbuch d. Zoologie von V. Carus. Tom. II, 1863, p. 270) trennt die Familie *Scenopinidae* von ihren nächsten Verwandten; sie bildet den Schluss der ersten Horde, in welche allerdings alle Dipteren gehören, welche eine freie schmetterlingsartige Puppe (*Pupa obtecta* nach Gerstaecker) haben. In diese Horde hat Gerstaecker aber auch die Platypeziden gestellt, von denen schon Westwood richtig vermuthete (Introdt. to the modern Classif. of Insects II, p. 554), dass sie eine in der Larvenhaut verborgene Puppe besitzen dürften. Heute weiss man, dass die Platypeziden [1] mit den Orthorhaphen nichts gemein haben, als dass sie Dipteren sind,[2] dagegen eine cyclorhaphe Tonnenpuppe haben. — Zwischen *Thereva* und *Scenopinus* stellt nun Gerstaecker die *Empiden*, *Inflata*, *Bombylidae* (inclusive der mit Syrphiden verwandten Gattung *Pipunculus*), *Leptiden*, *Dolichopoden* und *Platypeziden*. Andererseits folgen in der zweiten Horde die Stratiomyiden, deren nächste Verwandten aber die, vor allen genannten Familien der ersten Horde, die Tabaniden sind, wie das die Untersuchung der Kopftheile der Larven und die Anatomie zeigen. Es entstand diese unnatürliche Gruppirung durch die zu allgemeine Ansicht über die Verpuppung, wobei keine Rücksicht auf die Verschiedenheit der *Pupa coarctata orthorhapha* von der *Pupa coarctata cyclorrhapha* genommen wurde, und deren Unterschiede nebensächlich bei Seite geschoben wurden, obschon auch der Kopfbau der Fliegen beider Gruppen ein ganz anderer ist.[3] Allerdings ist das letztere ein Moment, auf das ich erst später aufmerksam gemacht habe.[4] — Die Eintheilung in *Diptera ortho-* und *cyclorhapha* wurde aber auch nachher nur mit Misstrauen aufgenommen, obschon sie Schritt für Schritt das System der Fliegen in ein natürlicheres verwandelte. —

Der berühmte Dipterologe Löw hat in der Stettiner entomologischen Zeitung (1845, p. 312) einen eigenen Aufsatz über die systematische Stellung von *Scenopinus* geschrieben, beginnt aber seine kritischen Bemerkungen erst mit Meigen, dessen Ansichten ich bereits erwähnt habe. Löw meint, dass Meigen durch die Fühlerbildung und das Flügelgeäder geleitet worden sei die Gattung in die Nähe von *Conops* zu stellen, glaubt indess, dass der Zweig, den die dritte Längsader zum Flügelvorderrand sendet, auch bei den ersten Familien von Meigen's dritten Bande sich, bis zu den Stratiomyiden hin, noch findet und erst bei den Syrphiden erlischt. Die Erkenntniss der Verwandtschaft blieb Meigen wahrscheinlich verhüllt, weil er die Mundtheile für abweichend hielt. Letztere zeigen aber auch bei den mit *Scenopinus* nahe verwandten Familien, den Bombyliden etc. grosse Verschiedenheiten innerhalb der hiehergehörenden Gattungen, und bedürfen einer gründlichen Untersuchung um für die Systematik mit Erfolg verwerthet zu werden. Ich habe hierüber schon in meiner Arbeit über die Dipteren des Wiener Museums meine Ansichten ausgesprochen (Abh. Denkschriften d. kais. Akademie der Wissenschaften Wien 1880). — Löw sagt weiter, dass Bouché die wahre Verwandtschaft des *Scenopinus* mit *Thereva* durch die Entdeckung der Larve nachgewiesen habe und dass er selbst unabhängig davon durch die Anatomie der Fliege zur nämlichen Ansicht gelangt sei. Dieser Verwandtschaft steht weder der Bau der Fühler, noch das Flügelgeäder entgegen. Weiter heisst es: „Selbst dem Baue der Mundtheile, wenn er sich „so finden sollte, wie ihn Meigen beschreibt, kann hier keine entscheidende Stimme eingeräumt werden, da „innerer Bau und Verwandlungsgeschichte zu einstimmiges Zeugniss über dieses Verwandtschaftsband „ablegen."

Was Löw veranlasst hat den *Scenopinus* später wieder (Diptera of North America I, p. 28) anders zu stellen und von seiner richtigen früheren Ansicht abzugehen, ist mir unklar. *Scenopinus* steht in letzterem Werke zwischen den Pipunculiden und Platypeziden interimsweise als eigene Familie. Allerdings wird auch hier eine Verwandtschaft mit den Bombyliden vermuthet. Die Pipunculiden gehören indess als cyclorhaphe Fliegen nahe zu den Syrphiden und die Platypeziden zu den Hypoceren Schiner's (Phoriden). — Überhaupt finden sich in dieser Arbeit auch die Cyrtiden weit von den Bombyliden getrennt, deren nächste Verwandte sie sind. — Die

---

[1] Frauenfeld Verh. der zool. bot. Ges. XIV, p. 68. —

[2] Bergenstamm, Verh. der zool. bot. Ges. Wien 1870, p. 37, Taf. 3A.

[3] Siehe meine Mittheilungen in den Denkschriften der kais. Akad. 1880. Bd. XLII. math. naturw. Cl. p. 108. —

[4] Monographie der Oestriden. 1863. —

obigen Angaben Löw's sind aber um so wichtiger, als sie den Nachweis enthalten, dass Bouché und Löw schon vor Léon Dufour die richtige Verwandtschaft von *Scenopinus* erkannt haben. —

Von bedeutendsten französischen Dipterologen ist noch Macquart zu erwähnen. Derselbe beginnt (Dipt. exot. T. II, 3, Paris 1843) seine Gruppe *Dichoeta* mit Scenopiniden, worauf Conopiden, Myopinen, Oestriden und Musciden, also durchweg *Diptera cyclorhapha* folgen, mit welchen die Scenopiden niemals in Eine Gruppe gebracht werden können. — Vorher schliesst die andere Gruppe mit den Dolichopodiden. — Es ist diese Eintheilung jedoch vor Dufour's Untersuchung gemacht. —

Rondani (Dipterol. Italicae Prodrom I, p. 14 und 34, 1856) stellt *Scenopinus* zwischen die Cyrtiden (*Inflata*) und Stratiomyiden. Jedenfalls ist dies eine natürlichere Stellung, obschon die nächsten Verwandten gerade diese beiden Gruppen meiner Meinung nach nicht sind. Immerhin finden wir unter den Cyrtiden Formen mit sehr ähnlichem Flügelgeäder. Man vergleiche z. B. *Pterodontia flavipes* Macq. (Dipt. Exot.) mit *Scenopinus* und solche mit ähnlichen Antennen z. B. *Arrhynchus* Phil. —

Schiner hat nach meiner Ansicht (Fauna austriaca I) den Scenopiniden die passendste Stelle angewiesen, sie werden zwischen Thereviden und Midasiden aufgeführt. Ich werde auf diese Stellung später zurückkommen, da ich durch andere Merkmale zu einem ähnlichen Resultat gelangt bin. — Im Catalog der europäischen Dipteren [1] hat Schiner leider die Reihe geändert. Die Scenopiniden folgen auf die Acroceriden und werden andererseits durch die Thereviden von den Mydasiden getrennt (p. 31).

In Osten-Sacken's Catalog der nordamerikanischen Dipteren, p. 97 folgen die Familien folgendermassen: *Asilidae, Mydaidae, Nemestrinidae, Bombylidae, Therevidae, Scenopinidae, Cyrtidae.* — In meiner Charakteristik der Dipteren-Larven und dem hierauf gebauten Systeme [2] findet man die Scenopiden mit den Thereviden vereint, da sich für die Larven keine Unterschiede feststellen liessen, obschon ich nicht zweifle, dass geringe Unterschiede vorhanden sind. Beide habe ich als *Polytoma* Gruppe *a* der Tribus *Orthocera* aufgeführt. Der durch Zwischensegmente 19 Ringel und ein Analsegment (wahrscheinlich nur ein Nachschieber und kein Segment) zeigende schlanke Körper und die kopfartig entwickelte grosse Kieferkapsel lässt diese Gruppe leicht erkennen. — Bei einer näheren Betrachtung der zu den Orthoceren gehörenden Larven zeigt sich indess, dass die stärkere Entwicklung von Zwischensegmenten nicht ausschliesslich den Thereviden- und Scenopiniden-Larven zukommt und auch sonstige Merkmale, wie die Kieferkapsel bei den einzelnen Familien grossen Schwankungen in der Form unterliegt, so dass bei genauerer Kenntniss der Larven der verschiedenen Gattungen die Grenzen der Polytomen und Procephalen verwischt werden. Von der Gruppe *Acroptera* will ich nicht weiter sprechen da die Mundtheile der *Lonchoptera*-Larven nicht bekannt sind. —

So zeigt die Larve von *Itamus* (*Asilus*) *cyanurus* die Hinterstigmen am vorletzten Ringe, und vorher sechs deutliche wulstige Zwischensegmente vom fünften Ringe an. — Die Larve von *Laphria* hat vom vierten Ringe hinter der Kieferkapsel an gezählt, sieben mit ausstülpbaren Warzen umgürtete Zwischensegmente und die Stigmen auf dem vorletzten Ringe. — Es sind also bei *Itamus* 18 Körperringe sichtbar, 12 Segmente mit 6 Zwischensegmenten die Kieferkapsel nicht gerechnet; bei *Laphria* dagegen 19 Ringe mit 7 Zwischensegmenten. — Bei *Itamus* fehlt das erste Zwischensegment, bei *Laphria* ist es vorhanden und bei beiden bilden die zwei letzten Segmente mit dem Nachschieber nur Einen Abschnitt, die Stigmen liegen daher stets am achten Hinterleibsegment, auch bei *Scenopinus.*

Die Lage der Hinterstigmen auf einem Wulste vor dem letzten Ringe haben die bis jetzt bekannten Asiliden, Bombyliden und Mydaiden mit einander gemein und auch bei der unvollkommen bekannten Acroceriden-Larve scheint die Lage ähnlich zu sein (man vergleiche meine Abbildung von *Astomella*. Verh. d. k. k. zool.-bot. Gesell. Bd. XIX, 1869, Taf. XIII, Fig. 1). Bei den Polytomen rücken die Hinterstigmen noch um einen Ring vor, weil der letzte Ring noch zweitheilig erscheint.

Bei Empiden und Dolichopiden liegen sie terminal am letzten Ringe. —

---

[1] Siehe auch: Ein neues Syst. Verh. der zool bot. Ges. Wien Bd. XIV. 1864, p. 205. —

[2] Siehe oben u. Verh. der k. k. zool. bot. Ges. 1869. T. XIX, p. 849. —

Die beiden letzteren Familien, deren Larven sehr wenig Unterschiede zeigen, weichen noch dadurch von allen vorigen ab, dass ihre Kieferkapsel kleiner ist und die Oberkiefer mehr horizontal gelagert sind, so dass sie bei der Action — während die weichen Unterkiefer, die in der Ruhe weit vorragen und dann tief zurückgezogen werden können, — nach aussen und unten geschlagen werden. — Das Chitinskelett (Schlundgerüst), an welchem die Unterkiefer sitzen, lässt sich in der Form mit den vereinigten Unterkieferknochen eines Säugethieres vergleichen, während bei den anderen Familien, inclusive den Polytomen, dasselbe eine schmale Chitinplatte darstellt, die nach hinten in zwei gerade Chitingräten auslauft (*Thereva*, *Asilus*, *Astomella*, *Bombylius*) und unten meist zwei Kämme der Länge nach verlaufend zeigt. —

Durch diese Merkmale würden sich die *Orthocera* natürlicher in zwei Gruppen theilen, deren eine die Thereviden, Scenopiniden, Acroceriden, Bombyliden, Nemestriniden, Mydaiden und Asiliden; deren andere die Empiden und Dolichopoden enthielte.

Da wir die früher in die Nähe der Scenopiniden gebrachten Platypeziden, Pipunculiden und Athericeren als cyclorhaphe Dipteren ausgeschieden haben, so bleiben uns jetzt nur von den Orthoceren die Familien der ersten Gruppe zur Vergleichung übrig. — Unter diesen bildet entschieden einerseits, wie schon Bouché nachgewiesen, den Anschluss die Familie *Therevidae*. In wie weit die übrigen verwandtschaftliche Beziehungen zeigen will ich nun besprechen. Da die Larven derselben doch nur von wenigen Gattungen und theilweise sehr ungenau studirt sind, so wird man mit ihrer Hilfe wenig weiter kommen als ich das oben gezeigt habe. Namentlich sind die Nemestriniden-Larven unbekannt und die Beschreibung der Mundtheile der den Asiliden-Larven sehr ähnlichen Mydaiden-Larve sehr unvollständig. Mir scheint überhaupt das, was über die Larve von *Mydas* gesagt wurde sehr zweifelhaft. Es ist schwer zu sagen ob die Larven der Gattungen dieser Familie sehr verschieden gebaut sein werden; wenn man die Mundtheile der vollkommenen Thiere betrachtet, von welchen die einen einen langen Bombyliden-Rüssel, die anderen nur einen kurzen breitlippigen Schöpfrüssel zeigen (*Cephalocera*, *Microdetas* — *Mydas*, *Dolichogaster*), so findet sich andererseits eine solche Variation der Mundtheile auch bei den Familien *Bombylidae*, *Nemestrinidae*, *Acroceridae* und auch hier fehlt ein Vergleich einer *Anthrax*- mit einer *Bombylius*-Larve. Die Larven der Bombylier und Anthracinen, welche Reily neuerlich abgebildet hat, sehen einander sehr ähnlich. [1]

Die Lebensweise, die für die Systematik nur einen untergeordneten Werth hat, gibt wenig Aufschluss. Wir sehen dieselbe Art oft blüthenaussaugend und als Raubthier oder Blutsauger (*Tabanus apricus* Mg. *Empis*-Arten). Von den hieher gehörenden Familien sind die Thereviden Raub- und Blumeninsecten, die Acroceriden mit langem Rüssel wohl Blumensauger; die anderen nehmen vielleicht keine Nahrung. — Bombyliden und Nemestriniden sind Blumensauger, die Asiliden nur Raubfliegen. Von den Mydaiden sagt Macquart (Westwood Introd. II, 550), dass sie, wie Laphrien, Insekten mit den Vorderbeinen fangen und aussaugen. In wiefern dies von den langrüsseligen Formen gilt, vermag ich nicht zu sagen, halte diese aber für Blüthensauger. — Die Dolichopoden sind Raubfliegen. Was die Larven anbelangt, so sind sie theils Raubthiere, theils Parasiten und Einmiether in Nester oder Eierkapseln. Während unter den Bombyliden *Anthrax* und *Systropus* (teste Westwood) in Schmetterlingsraupen und Puppen parasitirt, *Argyromoeba* u. a. in Bienennestern, ist nach Reily die *Systoechus*-Larve in den Eikapseln von Heuschrecken Einmiether.

Die Acroceriden sind Spinnenparasiten, die Asiliden leben frei vom Raube, ebenso die Thereviden und Scenopiniden, letztere vielleicht auch von thierischen Abfällen. Von den Mydaiden sagt Mac Leay, dass die Larve von *Mydas tricolor* Wd. parasitisch in grossen Prioniden-Larven lebt (Westw. Introd. II, 550), während Walsh sie frei in faulem Holz fand. Vielleicht verlässt die reife Larve ihren Träger oder bohrt sich, wenn noch nicht ausgewachsen, in eine zweite Larve ein. — Die vollkommenen Thiere der Gattung *Scenopinus* sind nie als Raubthiere beobachtet und ihre Mundtheile auch dagegen sprechend. Doch beweist das, wie aus

---

[1] Da die Beschreibungen und Abbildungen der orthorhaphen Dipteren-Larven mit wenigen Ausnahmen sehr mangelhaft sind, namentlich die Familiencharactere vernachlässigt werden und oft nur specielle Auszeichnungen näher beschrieben sind, so werde ich die Hauptformen hier anschliessend später bildlich darstellen. —

der Verschiedenheit der Lebensweise innerhalb Einer Familie hervorgeht, für die systematische Stellung nichts. —

Nachdem wir den Rüssel in seiner Bildung bei den einzelnen Familien sehr veränderlich gesehen haben, so bleiben bei den vollkommenen Insecten noch zwei für die Systematik allezeit als wichtig anerkannte Momente in Betracht zu ziehen: 1. Die Bildung der Füsse und 2. das Flügelgeäder. —

Die Gruppe 1 (siehe oben p. 103) der *Orthocera* lässt sich nach den Füssen in zwei kleinere Gruppen sondern: Erstens *Orthocera* mit drei gleichgrossen Haftlappen an den Tarsen, oder anders ausgedrückt mit zwei Haftlappen und einem diesen gleich entwickelten Empodium. Hieher gehören die Nemestriniden und Acroceriden.

Zweitens *Orthocera* mit zwei Haftlappen, ganz fehlendem oder nur sehr kleinem rudimentären Empodium. Hieher gehören die Bombyliden, Asiliden, Mydaiden, Scenopiniden und Thereviden. —

Das Flügelgeäder [1] zeigt die grössten Schwankungen und Reductionen bei den Acroceriden und Nemestriniden. Während bei den letzteren die aus der Discoidalzelle abgehenden Adern alle parallel dem Hinterrand verlaufen und zum Vorderrande aufgebogen sind, thut diess bei ersteren höchstens die erste Ader aus der Discoidalzelle (*Psilodera, Pterodontia flavipes*) d. h. das Ende der dritten Längsader geht zum Vorderrande. —

In der zweiten Gruppe finden wir ein solches Streben der Längsadern den Vorderrand vor der Spitze zu erreichen, nur bei den Mydaiden und Scenopiniden; beides Formen, welche sich noch durch die Fühlerbildung nähern, indem an denselben weder Griffel noch Borste auftritt, sondern die Glieder als solche länger oder kürzer zu 3—5 vorhanden sind. — Der Übergang der Mydaiden zu den Asiliden wurde von Gerstaecker (Stett. Ent. Z. 1868) und Philippi (V. z.-b. Ges. 1865) constatirt, doch von ersterem gerade mit Ausschluss von *Apiocera*, von letzterem mit Hilfe dieser und seiner Gattung *Anypenus*. Mir scheinen letztere Formen einen Übergang zu den Thereviden anzudeuten, deren zarte Beine sie zeigen. Unter allen orthoceren Fliegen mit zwei Haftlappen finden wir aber nur die Mydaiden und Scenopiniden bei denen scheinbar die vierte Längsader nach vorne verläuft und vor der Flügelspitze mündet.

Bei allen andern gehen die vierte Längsader und die anderen aus der Discoidalzelle entspringenden Adern, zum Hinterrande und münden hinter der Flügelspitze. —

Bei *Scenopinus* ist nur das Mydaiden-Geäder vereinfacht, gerade so wie das bei einigen Gattungen der Acroceriden der Fall ist. — Der *Scenopinus* hört auf eine isolirt stehende Form zu sein, wenn man ihn zwischen Mydaiden z. B. *Dolichogaster, Megascelus, Apiocera* und anderseits *Thereva* betrachtet. Er steht in seinem ganzen Körperbaue den echten *Mydas* weit näher, als den Thereviden, mit denen er nur die zarten, aber viel kürzeren Beine theilt. Jene kurzfühlerigen Mydaiden scheinen den unzweifelhaftesten Übergang zu *Scenopinus* zu zeigen.

Der Vergleich der Flügelrippen von Mydaiden und Thereviden mit *Scenopinus* ergibt Folgendes: Die dritte Längsader ist bei den Mydaiden gegabelt und dahinter liegen die erste und zweite Hinterrandzelle (*Microdetus*, *Diochlistus*, *Triclonus*, *Megascelus*, *Anypenus*), oder die erste Ader aus der Discoidalzelle fällt aus, erste und zweite Hinterrandzelle sind vereinigt (*Perissocerus*, *Rhopalia*, *Cephalocera*, *Miltinus*, *Leptomydas*, *Ectyphus*, *Mydas*, *Dolichogaster*); dadurch entstehen auch die zwei Gruppen, welche Gerstaecker (l. c. pag. 72) unterschieden hat. Es wechselt die Zahl der Hinterrandzellen sowohl hiedurch, als auch durch Ausfall der kurzen zum Hinterrande gehenden Querader zwischen der dritten und fünften Hinterrandzelle. Es können somit die erste und zweite und die dritte und fünfte Hinterrandzelle vereinigt sein. Durch den zum Hinterrande parallelen Verlauf der Enden der dritten, vierten und fünften Ader liegen drei (1.—3.) Hinterrandzellen an der Flügelspitze hintereinander und die vierte und fünfte hinter der Discoidalzelle, so dass die dritte und fünfte neben einander am Hinterrande des Flügels zu liegen kommen. Die Grenzen der vierten Hinterrandzelle sind vorne der hintere Zweig der Discoidalader Schiner's, hinten die fünfte

---

[1] Man vergleiche meine Mittheilungen über das Flügelgeäder nach Dr. Adolph. —

Längsader, das ist ein vorderer, dem vorigen parallel laufender Ast der Postical- oder fünften Ader. Dieser Ast ist von Schiner (Verh. d. z.-b. Gesell. 1864, Taf III), Fig. 6 (Stratiomyiden) und Fig. 8 (Nemestriniden) fälschlich als ein Zweig der Discoidalader mit „*f*" bezeichnet; es ist aber, wie Fig. 5 (Tabaniden-Flügel) zeigt, ein Zweig der Posticalader und und dort auch richtig mit „*g*" bezeichnet. —

Die Reduction der Adern zeigt sich nun bei *Scenopinus* folgendermassen. Die dritte Längsader endet mit einer Gabel in den Vorderrand. Die kleine Querader rückt mehr in die Mitte der Discoidalzelle, wie bei *Anypenus*. Die vierte Längsader geht ebenfalls zum vorderen Spitzenrande des Flügels, wie bei Mydaiden, die fünfte Ader läuft etwas nach hinten, aber fast gerade zum Hinterrande der Flügelspitze. Der hintere Ast der Discoidalader Schiner's fehlt gänzlich (oder man müsste annehmen er verschmilzt mit der vorderen Zinke der fünften Ader der ganzen Länge nach zu Einer Ader). Durch diesen Ausfall verschmilzt die vierte Hinterrandzelle mit der Discoidalzelle, die dritte fehlt und die fünfte Hinterrandzelle bildet eine grosse Zelle in der Gabel der fünften Längsader. Dass eine solche Reduction im Flügelgeäder, wenn anders das Schema dasselbe bleibt, wenig systematischen Werth hat, sehen wir bei den Acroceriden. Zeichnet man in den *Scenopinus*-Flügel den hinteren Ast der Discoidalader in diese Zelle hinein, so entsteht sofort das Mydaidengeäder durch Einen Strich, ganz so wie es bei *Apiocera* auftritt. Bei den Thereviden ist die dritte Längsader gegabelt und sind alle fünf Hinterrandzellen und die Analzelle vorhanden, aber die vierte Längsader läuft schon zum hinteren Spitzenrande und keine mit dem Hinterrande parallel, ja sogar die hintere Zinke der Gabel der dritten Längsader mündet schon hinter der Flügelspitze, so dass in dieser Hinsicht das Geäder von *Scenopinus* dem von Mydaiden durch den Verlauf der dritten und vierten Längsader viel näher steht als den Thereviden.

Durch den Ausfall der vierten Hinterrandzelle hinter der Discoidalzelle, entsteht anderseits die grosse Ähnlichkeit des Flügels von *Scenopinus* und *Conops* und anderer Cyclorrhaphen, nur darf man nicht vergessen, dass bei letzteren die dritte Längsader höchstens bei Syrphiden gegabelt ist. Ein Aufbiegen des vorderen Astes der vierten Längsader oder dieser selbst zum Vorderrande findet sich aber gerade bei der Mehrzahl der schizometopen Cyclorhaphen (Muscinen, Tachinen, Dexinen), bei Holometopen (Conopiden u. a.), bei Syrphiden und ebenso fehlt bei diesen auch der hintere Ast der Discoidalader.

Ich will hier nebenbei bemerken, dass auch bei den Anthomyiden die vierte Längsader nach vorne gebogen und eine sogenannte Spitzenquerader vorhanden ist, nur verläuft sie genau am Flügelrande und säumt diesen ein. Durch dieses wichtige Merkmal wird es leicht, falsche Anthomyiden, oder solche Formen anderer Familien, welche das Anthomyiden-Geäder vortäuschen, von diesen zu unterscheiden. Es gehört hieher die bisher zu den Anthomyiden gestellte Gattung *Syllegoptera* Rond., deren vierte Längsader in den Hinterrand endet und den Flügelrand bis zur dritten Ader nicht einsäumt. Sie muss vorläufig zu den Dexinen gestellt werden. -- Ferner haben ein falsches Anthomyiden-Geäder jene Tachinarien, welchen die Spitzenquerader fehlt; auch sie zeigen keine Randader zwischen der dritten und vierten Längsader (*Thryptocera frontalis* Mcq., *Phytomyptera* Rond., *Roeselia* R. D. und *Melia* R. D. — ferner unter den Oestriden: *Gastrophilus*.

Es sei jedoch bemerkt, dass eine wahre Spitzenquerader (*Scenopinus*, *Mydas*, *Apiocera* etc.) niemals das Ende der vierten Längsader ist, sondern als Convexader zur dritten Längsader gehört und ihr Ursprung verwischt ist. Bei *Gastrophilus* u. A geht aber die vierte Längsader als Concavader zum Rande. Siehe meine Abhandlung über das Flügelgeäder nach Adolph. —

Vergleichen wir die von mir gegebene Tabelle der Familien (siehe Denkschriften der kais. Akademie 1880, p. 110), so muss ich vor allen auf zwei Fehler, die sich bei der Drucklegung eingeschlichen haben, aufmerksam machen. Bei 27 (Mydaiden) muss es heissen: bei *Mydas* fehlt die erste Ader aus der Discoidalzelle; nicht aber: „die zweite Ader und diese Zelle fehlen." — Ebenso muss bei 31*c* (*Therevidae*) das „Fühler ohne Griffel und Borste" gestrichen werden. —

Im Anschluss an die besprochene Tabelle will ich eine Übersicht der bekannten Gattungen der Mydaiden, Apiocerinen und Scenopiniden geben. Mit Rücksicht auf das früher Gesagte können wir von Punkt 21 l. c. an sagen: Füsse mit drei Haftlappen, Fühler mit einfachem dritten Gliede mit oder ohne Griffel oder Borste. Nach Ausscheiden der Leptiden erhalten wir: die Familie der Nemestriniden und Acroceriden.

Ferner A: Füsse mit zwei Haftlappen und rudimentärem oder fehlendem Empodium, — Fühler 3—5gliedrig ohne Griffel und Borste, höchstens das letzte Glied, ein kleines kegeliges Knöpfchen am dicken vorletzten Gliede, wie Löw sagt, einen plumpen Griffel bildend; im Ganzen lang oder kurz, keulen- oder knopfförmig; wenn 3gliedrig das letzte Glied citronenförmig durch den dicken Griffel, oder elliptisch, oder zungenförmig ohne Griffel. — Discoidalzelle vorhanden oder mit der vierten Hinterrandzelle vereinigt; dritte Längsader gegabelt, die Enden der dritten, vierten und oft auch der fünften Längsader nach vorne gegen den Vorderrand der Flügelspitze gebogen und dort mündend oder untereinander vor dem Ende zuweilen vereinigt.[1] 3—5 Hinterrandzellen vorhanden, je nachdem die erste und zweite, oder die dritte und fünfte in eine Zelle vereinigt, oder alle durch das Vorhandensein des hinteren Astes der Discoidalader entwickelt sind. Analzelle lang und spitz, stets vorhanden. Flügel in der Ruhe flach am Leibe liegend.

I. Gruppe. Rüssel kurz oder lang, stets mit rudimentären oder fehlenden Tastern, 4—5 Hinterrandzellen im Flügel. Discoidalzelle und vierte Hinterrandzelle vorhanden. *Mydaidae.*

1. Aus der Discoidalzelle zwei Adern am Ende zum Vorderrand gehend und in denselben getrennt oder vereint mündend. Fühler stets länger, zuweilen viel länger als der Kopf, 4gliedrig oder noch mehr Glieder zeigend.

Gabelzelle langgestielt, Rüssel lang ohne Endlippen. *Mitrodetus.* Gerst.

Gabelzelle kurzgestielt. Rüssel kürzer mit Endlippen.

Untergesicht kurz, zurückweichend, Rüssel horizontal hervorstehend. *Diochlistus* Gerst.

Untergesicht lang, senkrecht, Rüssel senkrecht herabsteigend. *Triclonus* Gerst.[2]

2. Aus der Discoidalzelle nur eine Ader am Ende entspringend und zum vorderen Spitzenrande gehend. Fühler stets länger als der Kopf, oft sehr lang, 4—5gliederig.

a) Endkeule der Fühler auffallend gross und monströs. *Perissocerus* Gerst.

b) Endkeule von gewöhnlicher Bildung.

α Endsegment des ♀ ohne Stachelkranz, Äste der Gabel der dritten Längsader getrennt in die erste Längsader mündend. *Mydas* Fabr.

β Endsegment des ♀ mit Stachelkranz.

\+ Gabel der dritten Längsader ohne Aderanhang. *Rhopalia* Macq.

\+ + Gabelzelle mit Aderanhang.

○ Rüssel ohne Endlippen. *Cephalocera* Latr.

○○ Rüssel mit Endlippen.

× Nur der vordere Gabelast in die erste Längsader mündend. *Miltinus* Gerst.

× × Beide Zinken in die erste Längsader mündend.

Kleine Querader am Hinterrande, die zweite und fünfte Hinterrandzelle trennend, vorhanden (vier Hinterrandzellen). *Ectyphus* Gerst.

Kleine Ader am Hinterrande fehlend, dritte und fünfte Hinterrandzelle vereint (respective nur drei Hinterrandzellen). *Leptomydas* Gerst.

3. Aus der Discoidalzelle nur Eine Ader zum vorderen Spitzenrande gehend. Fühler kürzer als der Kopf, 4gliedrig. Gabeläste der dritten Längsader vor dem Ende vereint. *Dolichogaster* Mcq.

4. Aus der Discoidalzelle zwei Adern zum vorderen Spitzenrande gehend, Fühler kürzer als der Kopf, 3gliedrig (oder 4gliedrig mit Einschluss des Endknöpfchens). Hinterer Ast der Gabel der dritten Längsader

---

[1] Die ein ganz analoges Flügelgeäder zeigenden Nemestriniden unterscheiden sich durch die drei Haftlappen der Füsse. —

[2] Osten-Sacken's n. G. *Raphiomidas* aus Californien ist verwandt mit *Mitrodetus.* Es sind drei Zellen hinter der Gabelzelle wie dort, aber zwei deutliche Ocellen, die Hinterrandquerader ist rudimentär und die Gabelzelle ist nur am Grunde nicht auch am Ende gestielt. — Lezteres kommt auch bei *Mitrodetus* abnorm vor. —

in die nächste Ader zurückgebogen einmündend, beide Äste getrennt mündend, die erste Hinterrandzelle erreicht dadurch nicht den Flügelrand. *Megascelus* Phil.

II. Gruppe. Rüssel kurz, Taster entwickelt mit breitem löffelartigen oder blattartigen Endgliede. Fühler kurz, drittes Glied dick citronfenörmig mit plumpem Griffel. Fünf Hinterrandzellen vorhanden. Discoidalzelle und vierte Hinterrandzelle getrennt vorhanden. Der Hinterleib bei beiden Geschlechtern vom vierten Ringe an verschmälert, wie bei *Thereva,* die zwei letzten Ringe schmal cylindrisch, der Afterring beim Weibchen kurz, mit einem Kranz divergirender Stachelborsten, beim Manne eine breitschaufelige lange Geschlechtszange bildend. *Apiocerinae.*

Erste und zweite Ader aus der Discoidalzelle in den vorderen Spitzenrand des Flügels mündend. *Anypenus* Phil.

Erste Ader aus der Discoidalzelle in den vorderen Spitzenrand, zweite in den Hinterrand des Flügels mündend. *Apiocera* Westw. (= *Pomacera* Mcq.)

III. Gruppe. Rüssel sehr kurz mit breiten Endlippen und schmalen, kurzen, stab- oder schwach keulenförmigen kleinen Tastern. Weibchen ohne Legröhre. Fühler kurz, 3gliederig, das Endglied länglich zungenförmig ohne Griffel und Borste, ähnlich wie bei der Acroceriden-Gattung *Arrhynchus* Phil., nur kürzer. — Nur drei Hinterrandzellen durch Ausfall des hinteren Astes der Discoidalader. Discoidal- und vierte Hinterrandzelle Eine Zelle darstellend. Fünfte Längsader abgekürzt, oder in den Hinterrand, vierte in den vorderen Spitzenrand mündend. *Scenopinidae.*[1]

Beine kurz, Körper plump. *Scenopinus* Latr.

Beine und Körper schlank. Erste Hinterrandzelle geschlossen. *Pseudatrichia* Ost.-Sack.

Den Gegensatz „B" zu allen diesen Formen bilden die Asiliden, Thereviden und Bombyliden, bei denen gewöhnlich schon der hintere Ast der dritten Längsader (exclusive Erax), oder stets die vierte Längsader hinter der Spitze des Flügels mündet. —

Da man von einer Reihenfolge in einer Linie bei einem natürlichen Systeme niemals sprechen darf, kann es nicht beirren, wenn einerseits der Übergang der Mydaiden zu den Thereviden durch *Apiocera* und *Scenopinus,* anderseits zu den Asiliden vorliegt. In anderer Hinsicht ist *Scenopinus* durch den Hinterleib, Thorax und das Geäder näher zu den Mydaiden als zu *Thereva* verwandt. Die Fühler und der Kopfbau, die oft grossen ungleich facettirten Augen, das reducirte Flügelgeäder nähern *Scenopinus* den Acroceriden, von denen ihn das fehlende Empodium und der Mangel der grossen Schüppchen trennt.

Die Asiliden zeigen eine grosse Verwandtschaft zu den Mydaiden und Apiocerinen und zwar zu beiden durch den Stachelkranz am Hinterleibsende der Weibchen mancher Gattungen, z. B. *Dasypogon* und namentlich *Diogmites,* deren Fühler auch an die der echten Mydaiden Gestaecker's erinnern. Es dürfte daher die Reihenfolge, wenn sie schon angegeben werden soll, folgendermassen lauten:

1. Gruppe *Nemestrinidae.*
   Acroceridae.
2. „ *Bombylidae.*
   Toxophorinae.
3. „ *Asilidae.*
   Mydaidae.
   Apiocerinae.
4. „ *Scenopinidae.*
   Therevidae.

---

[1] *Cerocatus* Rond. gehört nicht hieher. In der Beschreibung sind die Haftlappen nicht erwähnt. Baudi: Studi Entomol. Torino 1848. 99. T. I. — Scheint zu den Thereviden zu gehören. — Fühler wie bei *Scenopinus* ohne Griffel und Borste, Flügel mit fünf Hinterrandzellen wie *Thereva.* —

Natürlicher gruppirt sich das Ganze, wenn wir grössere Verwandtschaftskreise untereinander schreiben.

Nemestrinidae, *Acroceridae*.

Bombylidae, *Toxophorinae*.

Mydaidae, *Apiocerinae*, *Asilidae*.

Scenopinidae, *Thereridae*.

Die 1. Gruppe zeigt drei Haftlappen von gleicher Entwicklung und den hinteren Ast der Discoidalader entwickelt.

Die 2. Gruppe hat nur scheinbar keinen hinteren Ast der Discoidalader, er ist aber dennoch vorhanden, und zwei Haftlappen. Vergl. T. I.

Die 3. Gruppe hat zwei Haftlappen, den hinteren Ast der Discoidalader deutlich von der fünften Ader getrennt und Larven mit den Hinterstigmen am vorletzten Segmente.

Die 4. Gruppe hat zwei Haftlappen, zuweilen den Ast der Discoidalader (*Thereva*) und stets ausgeprägt polytome Larven mit den Hinterstigmen am drittletzten Hinterleibsegment. — Diese Gruppe scheint nur ein Theil der Vorigen zu sein. —

Erklärung der Abbildungen und Abkürzungen.

H. Hilfsader oder Mediastinalader oder Subcosta.
1. Erste Längsader: oder Subcostalader Schiner's, oder Mediana.
2. Zweite „ ; „ Radialader „ , „ Sector.
3. Dritte Längsader; oder Cubitalader Schiner's, oder Sector; ram. post.
4. Vierte „ ; „ Discoidalader „ , „ Submedianae ram. anterior seu Cubitus anticus.
S. Theilungsader; oder hinterer Ast der Discoidalader Schiner's; oder Cubitus medius.
5. Fünfte Längsader; oder Posticalader; Submediana oder Cubitus posticus.
6. Sechste „ ; „ Analader; oder Postcosta.
7. Siebente „ ; „ Axillarader.
8. Achte „ ; „ Angularader.
R R. Randzellen.
U U. Unterrandzellen.
I—V. Hinterrandzellen.
V.B. Vordere Basalzelle.
H.B. Hintere „
A.Z. Analzelle.
G. Gabel der dritten Längsader.
x. Kleine Querader.
D. Discoidalzelle.
hx. Hintere Querader.

Die Convexadern sind schwarz, die Concavadern roth, die Convexfalten schwarz punktirt, die Concavfalten roth punktirt.

Von orthorhaphen Dipteren sind abgebildet:

Trib. *Eucephala.*
Fam. *Culicidae (Culex annulipes* ♀*).* T. I.
Chironomyidae (Chironomus sp.*).* T. I.
Ptychopteridae (Ptychoptera contaminata). T. I.
Rhyphidae (Rhyphus fenestralis). T. I. (Hinterrand am Grunde durch einen Zeichenfehler doppelt.)
Trib. *Polyneura.*
Fam. *Tipulidae (Tipula oleracea).* T. I.
Trib. *Cyclocera, Notacantha.*
Fam. *Sarginae (Ptecticus testaceus).* T. I.
Cyclocera, Tanystoma.
Tabanidae (Tabanus plebejus). T. I.

Trib. *Orthocera.*

Fam. *Asilidae (Machinus).* T. I.

Mydaidae (Mydas). T. II.

Apioceridae (Apiocera). T. II.

Scenopinidae (Scenopinus). T. II.

Bombylidae (Bombylius major). T. II.

„ *(Argyromoeba).* T. II.

„ *(Chalcochiton Pallasii).* T. II.

Empidae (Empis stercorea). T. II.

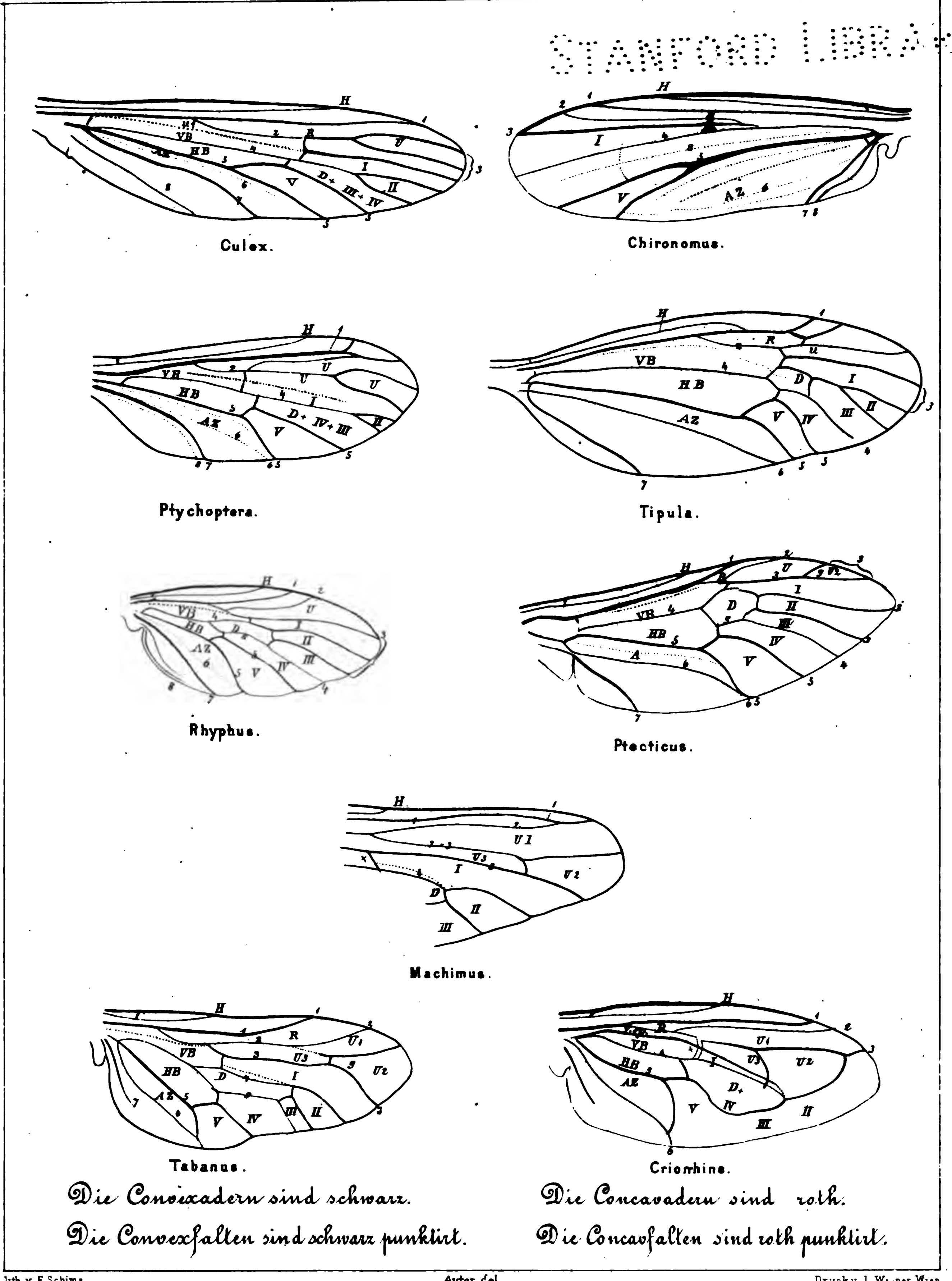
Dolichopidae (Liancalus). T. II.

Von cyclorhaphen Dipteren:

Trib. *Pseudoneura Syrphidae (Criorrhina).* T. I.

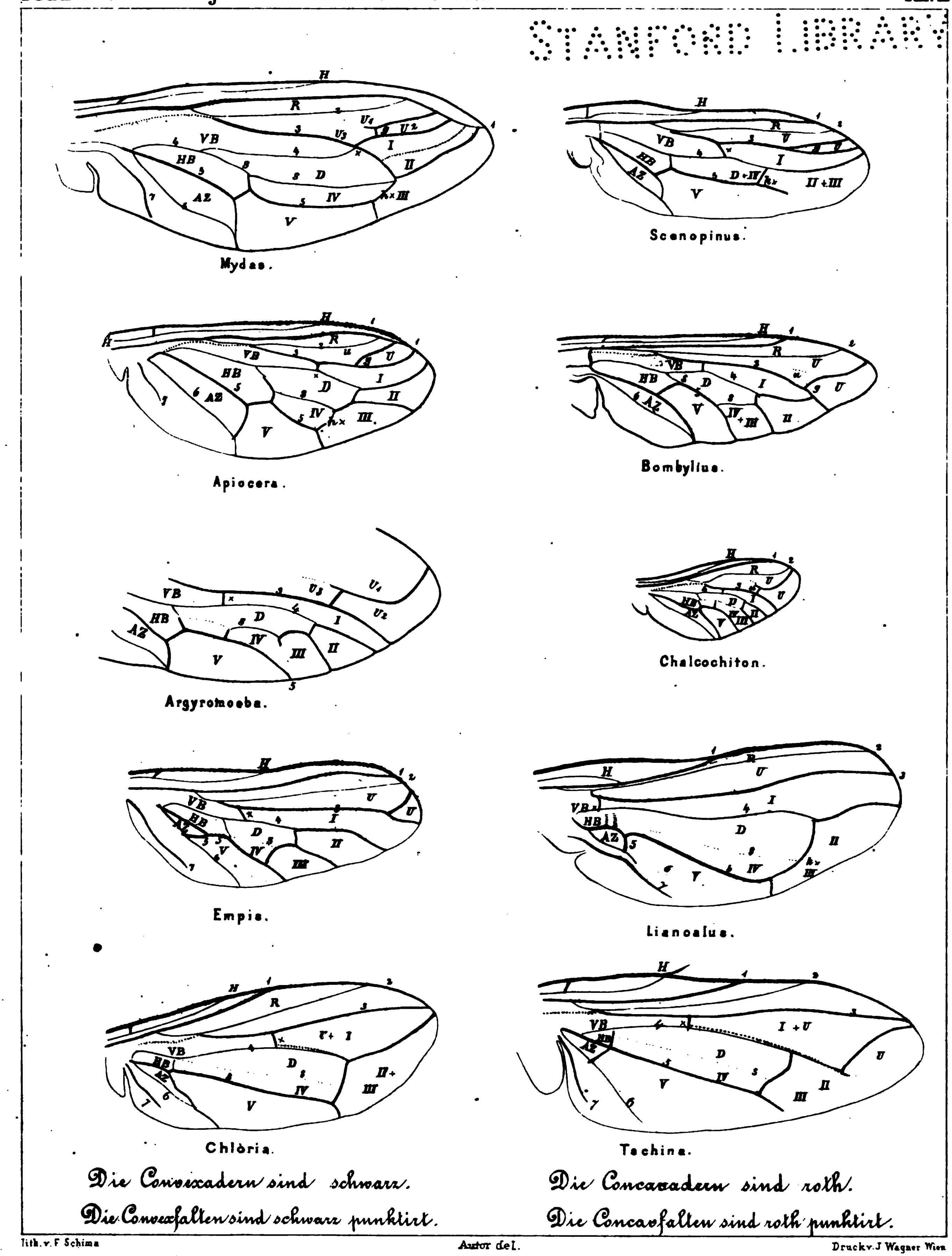
Eumyidae Holometopa (Chloria). T. II.

„ *Schizometopa (Tachina).* T. II.



Die Convexadern sind schwarz.
Die Convexfalten sind schwarz punktirt.
Die Concavadern sind roth.
Die Concavfalten sind roth punktirt.

lith. v. F. Schima   Autor del.   Druck v. J. Wagner Wien



Die Convexadern sind schwarz. Die Concavadern sind roth.

Die Convexfalten sind schwarz punktirt. Die Concavfalten sind roth punktirt.

lith. v. F. Schima Autor del. Druck v. J. Wagner Wien

Zweite Abtheilung.

Abhandlungen von Nicht-Mitgliedern der Akademie.

Mit 15 Tafeln, 2 Karten und 47 Holzschnitten.

GRUNDLINIEN

DER

GEOLOGIE DES WESTLICHEN BALKAN.

VON

FRANZ TOULA.

(*Mit 1 geologischen Uebersichtskarte des westlichen Balkan-Gebietes, 4 lithographirten Tafeln und 23 Zinkographien im Texte.*)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 10. MÄRZ 1881.

Obschon seit meiner ersten, im Auftrage der kaiserlichen Akademie unternommenen Reise, fünf Jahre verflossen sind, so blieben doch die von mir im Jahre 1875 gewonnenen Resultate in dem von mir bereisten Theile des Gebirges, welche ich in meinen bisher erschienenen Berichten ausführlich dargelegt habe,[1] bisher ohne Bereicherung von anderer Seite her, und es erfüllte mich daher mit um so grösserer Freude, dass es mir durch die Munificenz der kaiserlichen Akademie ermöglicht wurde, meine im westlichen Theile des Balkan begonnenen Arbeiten weiterführen und, begünstigt durch gutes Reisewetter und die so völlig geänderten politischen Verhältnisse, zu einem vorläufigen Abschlusse bringen zu können, so dass dieser Theil des hochinteressanten Gebirges nun auch in geologischer Beziehung wenigstens in den Hauptzügen als bekannt gelten kann.

Es war mir möglich, in der verhältnissmässig kurzen Zeit von kaum vier Wochen sechs Balkan-Durchquerungen auszuführen, so dass es nun, gestützt auf die bei im Ganzen zehnmaliger Überschreitung des Gebirges — (auf acht verschiedenen Wegen) — gesammelten Erfahrungen durchführbar war, eine geologische Übersichtskarte des Gebietes zwischen Timok und Vid zu entwerfen.

Im Nachfolgenden werde ich mir erlauben, zuerst die während der vorigjährigen Reisen gesammelten Thatsachen in chronologischer Reihenfolge darzulegen und sodann die Vertheilung der verschiedenen Formationen zu besprechen.

---

[1] Bisher erschienene Berichte über die Ergebnisse der Reise im Jahre 1875:

1. Kurze Übersicht. 28. October 1875, LXXII. Bd. der Sitzungsberichte.
2. Barometrische Beobachtungen. 11. Jänner 1877, LXXV. Bd.
3. Die sarmatischen Ablagerungen, 1. März 1877.
4. Ein geologisches Profil über den Sveti Nikola. 26. April 1877, LXXV. Bd.
5. Ein geologisches Profil über den Berkovica-Balkan. 14. März 1878, LXXVII. Bd.
6. Von Berkovac nach Vraca. 14. März 1878, LXXVII. Bd.
7. Ein geologisches Profil von Vraca an den Isker und durch die Isker-Schlucht nach Sofia. 14. März 1878, LXXVII. Bd.
8. Zur Kenntniss der Eruptivgesteine des westlichen Balkan. (Niedzwiedzki.) 6. März 1879. LXXIX. Bd.
9. Von Ak-Palanka über Niš, Leskovac und die Ruj Planina bei Trn nach Pirot. 22. April 1880, LXXXI. Bd.

Ich trat diesmal meine Reise von Wien aus allein an, doch wurde mir von Seite des fürstlich bulgarischen Finanzministeriums (Herr Minister Caraweloff), über Verwendung unseres geehrten Landsmannes, des um die Geschichtsforschung und um die neuerliche Entwicklung Bulgariens in cultureller Beziehung so hochverdienten Herrn Dr. Constantin Jireček (Generalsecretärs im fürstlich bulgarischen Ministerium für Cultus und Unterricht), in der Person des Herrn Georg N. Zlatarski ein überaus liebenswürdiger und unermüdlicher Begleiter für die ganze Dauer meiner Reise beigegeben, der mich, mit den besten Empfehlungen an die Bezirksvorstände ausgerüstet, am Landungsplatze der Dampfschiffe zu Lom-Palanka erwartete.

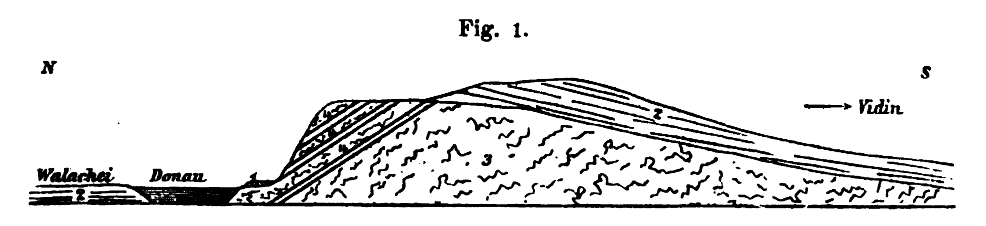
I. Bericht über die Ergebnisse der im Auftrage der kaiserlichen Akademie im Spätsommer 1880 ausgeführten Reise.

1. Von Lom-Palanka nach Berkovica.

Nach Überwindung der landesüblichen, aus den mangelnden Verkehrsmitteln erwachsenden Schwierigkeiten, trat ich schon am nächsten Tage (am 21. Aug.) die Fahrt über die eintönige Lössebene an. Der Löss hält an bis an den Ogost bei Jerdan vor Kutlovica. Die höchste Höhe, bis zu welcher er auf dieser Strecke ansteigt, beträgt ca. 200 Meter. Er liegt hier offenbar auf sarmatischen Bildungen. Es sind dies wieder häufig die oolithischen wohlgeschichteten Kalke, wie ich sie seinerzeit weiter im Westen angetroffen und in meiner Mittheilung über „die sarmatischen Ablagerungen zwischen Donau und Timok" (LXXV. Bd. d. Sitzungsb. März-Heft 1877) beschrieben habe. Anstehend habe ich sie diesmal nur an einer einzigen Stelle angetroffen, und zwar bei Rahova, östlich von der Mündung des Ogost, wo sie in der Schlucht unmittelbar an der Donau unter der, die Steilgehänge deckenden Lössschichte in schönen Aufschlüssen hervortreten.

Aber auch die beiden viel weiter westlich bei Florentin an der Donau, am Steilufer aufragenden Felsen bestehen aus sarmatischen, hier sehr compacten Kalken, welche reich sind besonders an Cardien, wie mir Herr Zlatarski mittheilte, der die Localität auf meinen Wunsch hin von Vidin aus, bis wohin er mich auf meiner Heimreise begleitete, besuchte. Er übersandte mir bald darauf die beistehende Skizze, und überbrachte mir vor wenigen Tagen bei seiner Durchreise einige der von ihm bei Florentin gesammelten Stücke.

Fig. 1.



Das Steilufer der Donau bei Florentin.

1. Alluvialer Sand. 2. Löss. 3. Compacter sarmatischer Kalk. 4. Cardien-Bänke.

Auf dem Wege von Vidin nach Florentin sah er überall nur Löss. Erst beim Eingange in das Dorf traf er den Kalkstein. Derselbe ist an manchen Stellen etwas porös, aber sehr hart und an anderen Stellen reich an Conchylien, und ganz besonders an Cardien. Die Absonderung ist nicht überall klar, sondern der Kalk ist an vielen Stellen ganz compact. Die Neigung der Schichten, wo sie zu beobachten, ist mit 30—40° gegen Nordost.

Was die Fossilreste anbelangt, so fällt dabei der vollständige Mangel an Cerithien auf; es liegen mir durchaus nur Bivalven vor. Von diesen wieder fast durchgehends Cardien, und zwar grössere und auch ganz

kleine Exemplare, welche die Charaktere von *Cardium protractum* Eichwald zeigen, wie ich es (l. c. S. 28, Fig. 9 d. Sep.-Abdr.) von einem Fundstücke aus der Gegend von Vidin hervorgehoben habe. Ausserdem kommen aber auch kürzere, nach rückwärts nicht verbreiterte Formen vor, welche sich an *Cardium obsoletum* Eichw. anschliessen. Sonst wurden nur noch ein grosses und ein ganz kleines Exemplar von *Tapes gregaria* Partsch und zwei Exemplare von *Modiola Volhynica* Eichw. aufgefunden.

Ausser den von mir schon früher beschriebenen Localitäten wären noch folgende Angaben über das Zutagetreten der sarmatischen Ablagerungen im westlichen Balkan-Vorlande zu machen:

An den Uferrändern des unteren Isker sollen sie von Lukovica über Starovienci bis an die Donau anhalten und auch im Thale der Goztilica (am linken Ufer des unteren Isker) zu Tage treten. Auch am Ogost sind sie an mehreren Stellen aufgeschlossen. So werden die Steine zum Strassenbau bei Rahova von Hairedin und Monastirište unterhalb Belibrod gebracht. Aber auch am oberen Gornje-Lom bei Lukavica, Gaitanika und Bukovica und am oberen Ogost bei Boičinovci unweit Kutlovica werden sie gefunden. Von Gaitanica und den benachbarten Stellen bringen die Leute die Steine nach Lom-Palanka; es sind oolithische Kalke und gelbbraune Sandsteine mit kalkigem Bindemittel, welche *Mactra, Tapes, Buccinum duplicatum* und spärliche Cerithien umschliessen.

Das sporadische Auftreten zeugt für die weite Verbreitung der sarmatischen Bildungen, welche wohl als die ganzen Plateauflächen unterhalb der Lössdecke zusammensetzend angenommen werden dürfen. Anzeichen von dem Auftreten der mediterranen Ablagerungen habe ich auch diesmal vergebens gesucht.

Der Aufstieg auf die lössbedeckte Plateaufläche bei Lom-Palanka erfolgt über drei deutliche Terrassen, deren jede auf ihrer Höhe durch Erosion muldig vertieft erscheint. Unter dem Löss kommen junge Thonmergel zu Tage, welche ziemlich häufige oolithische Gesteinsbrocken umschliessen. Diese erinnern an die oolithischen sarmatischen Kalke. Auf dem Anstiege zur obersten Fläche tritt ein fetter, plastischer, dunkel gefärbter Lehm auf, der ausgetrocknet an der Zunge klebt.

Im Lössgebiete sind vielfach die menschlichen Wohnräume in den gleichförmigen Löss eingegraben, so dass man hier in der That von echten Troglodyten-Dörfern sprechen kann, wobei ich übrigens anführe, dass auch in Rahova unmittelbar an der Donau in den Lösswänden vielfach Wohnräume hergestellt sind. Rasova, unweit Lom, ist fast durchgehends in den Löss eingebaut.

Bei Cerovene tritt an dem linksseitigen Uferrande über dem gelben Lösslehm eine Schotterbank auf.

Beim Aufstiege am rechten Ufer der Čibrica kommt man wieder über viele oolithische Einlagerungen, die an einer Stelle eine förmliche Bank bilden. Man hat es dabei offenbar mit zersetzten sarmatischen Ablagerungen zu thun. Auf der Höhe sind die Flächen mit schwarzer Erde bedeckt und streckenweise etwas moorig. Hin und wieder treten elende, niedere Eichenbuschbestände auf. Zumeist aber haben hier die Flächen ganz und gar Steppencharakter.

Anstehendes Gestein trifft man zuerst bei Kutlovica. Schon von weit her sieht man niedere kuppige Rücken: die Pastrina, die Ljubeš- und Verenica-Planina, und kann weiterhin die Berg- und Hügelzüge ähnlicher Art, über Lom bis an die Berge in der Umgebung von Belogradčik nach Westnordwest verfolgen.

Die Pastrina ist nach Norden ganz flach geböscht und zeigt gegen die Höhe hin tafelförmige, wohlgeschichtete Kalke, welche bei westöstlichem Streichen ganz leicht nach Süden geneigt sind, und an dem westlichen Abhange deutliche Abstürze mit Schutthalden erkennen lassen. Übrigens treten aber noch kurz vor dem Absturze zum Ogost die Lehmmassen auf, in welchen feiner Schotter und Sand in Streifen eingelagert ist. Diese Lehmmassen bedecken den Nordfuss der nördlichen Kalkzone.

Der Hügel bei Kutlovica am linken Ufer des Ogost (Kutlovica Kale) besteht aus grauen, wohlgeschichteten Kalkmergeln, welche in jeder Beziehung übereinstimmen mit den von Foetterle viel weiter im Osten, aus der Gegend von Mahale-Jablanica (an der Panega) beschriebenen neocomen Kalkmergeln.

Von Ammoniten fanden sich hier: *Hoplites* cf. *cryptoceras* d'Orb., *Hoplites* cf. *tardefurcatus* Leym., *Lytoceras* spec. und *Crioceras* spec. Ausserdem wurden neben sehr häufigen Baculiten noch Aptychen (*A. lamellosus*-artige Formen) und Belemniten, unmittelbar bei Kutlovica gefunden.

Eines der Stücke schliesst sich innig an *Lytoceras subfimbriatum* d'Orb. spec. (Terr. crét. Taf. 56, Fig. 1) an; es zeigt die charakteristische Streifung: schärfere Streifen und zwischen je zwei derselben etwa 20 zarte Linien). Ein zweites Stück schliesst sich an *Lytoceras striatisulcatum* d'Orb. sp. an; es lässt zarte, entfernt stehende Anwachslinien erkennen. Auch die Einschnürungen sind deutlich sichtbar. (Man vergl. Taf. I, Fig. 1—4.)

Von der Höhe gegen die Pastrina schauend, erkennt man die übereinstimmenden Lagerungsverhältnisse dort und hier. Der Westfuss des Berges ist von einer sehr deutlich ausgeprägten (Diluvial)-Terrasse umsäumt, welche eine höhere Uferstufe des Ogost darstellt.

Die Mergel bei Kutlovica streichen westöstlich und fallen mit ca. 25° gegen Süden ein.

Im Süden von der hier verhältnissmässig sehr schmalen Kalkzone, folgen im Hangenden der Kalkmergel Kreidesandsteine, ganz vom Aussehen unserer Karpathen- und Wiener-Sandsteine. Auf den Schichtflächen sind sie über und über bedeckt mit undeutlichen kohligen Pflanzenspuren und auch die eigenthümlichen Wülste fehlen nicht. Auf einer grossen, festen Sandsteinplatte wurde ein an die „Zopfbildungen" erinnernder Wulst gefunden (Taf. I, Fig. 5). Auch die neocomen Bryozoën und Pentacriniten-Schichten müssen in der Nähe auftreten, wie einzelne Funde deutlich beweisen. Anstehend wurden sie hier jedoch nicht angetroffen. Am rechten Ufer des Ogost sind die *Crioceras*-Schichten deutlich terrassirt und mit Geschieben bedeckt, unter welchen besonders die weissen, sehr festen, dyado-triadischen Sandsteine häufig auftreten; aber auch die rothen Sandsteine fehlen nicht.

Das Liegende der Kreidesandsteine bilden diese älteren Sandsteine. Dieselben sind grobkörnig und gehen in Conglomerate über. Solche Conglomerate treten sehr schön in der Thalenge zwischen Borovci und dem Jončaf Han auf. Hier sind faustgrosse Gerölle aus phyllitischen und dioritisch-syenitischen Gesteinen durch ein lichtrothes, thoniges Bindemittel verkittet. Dieses Gestein macht stellenweise den Eindruck, als hätte man es mit alten Tuffbreccien zu thun, ganz ähnlich wie solche als Einlagerungen auch in Verrucano nicht selten vorkommen.

Unmittelbar vor dem Jončaf Han kommt man an ein solches tuffähnliches Gestein, welches lebhaft an die Augittuffe, wie ich sie im Isker-Defilé angetroffen habe, erinnert. Diese Bildungen halten eine Strecke weit an und scheinen zwischen grüne, paläozoische Schiefer („Grünschiefer") eingelagert zu sein. Unmittelbar an der Brücke beim Jončaf Han tritt ein bis tief hinein zersetztes, glimmerarmes, krystallinisches Gestein anstehend auf, welches als das nördliche Ende der granitisch-dioritischen Masse von Berkovica aufzufassen ist. Dasselbe setzt sich auch am linken Ufer der Brzia eine Strecke weit fort.

Die Uferterrassen an der Brzia enthalten viele sehr grosse Gerölle, unter welchen neben rothem Sandstein, der weiter aufwärts immer spärlicher wird, besonders ein eigenthümliches fleckiges Schiefergestein, das in mancher Beziehung an die „Frucht- oder Knoten-Schiefer" erinnert, eine Hauptrolle spielt; es soll hier vorläufig als zu den paläozoischen Schiefergesteinen gehörig, angeführt werden.

Fig. 2.

N. Pastrina Kutlovica Berkovica Klisura S

Ideal-Profil des nördlichen Balkan-Vorlandes.

1. Lössbedecktes Plateau.
2. Neocome Kalkmergel (Schichten mit *Hoplites cryptoceras* d'Orb. sp.).
3. Kreidesandsteine.
4. Rothe Sandsteine (dyado-triadisch).
5. Grünschiefer (paläozoisch).
6. Tuffartige Gesteine (Diabas-Tuffe [?]).
7. Granitisch-dioritische Massengesteine.
8. Thonschiefer (Phyllit) mit krystallinischem Kalk.

2. Von Berkovica über den Kom-Pass und über die Basara-Planina nach Pirot.

Von Berkovica aus wurde ein mehrtägiger Ausflug ausgeführt: über den Kom-Pass (ca. 1950 Meter) nach Komaštica, von hier durch das obere Temska-Thal nach Rzana, über die Vidlič Planina und Basara nach Pirot, und sodann über den Vrša glava-Pass (ca. 1900 Meter) nach Čiparovci und zurück nach Berkovica.

Dabei wurde der Aufstieg zum Kom durch das Thal der Sabovica genommen. Der ganze Nordabhang bis hinauf zur Kammhöhe des Gebirges und auch die imposante Höhe des Kom sind aus grauen und grünlichen, dunkel fleckigen Schiefergesteinen zusammengesetzt, die wohl als ein Äquivalent der paläozoischen „Grünschiefer" gelten können und reich sind an kleinen, dunkler gefärbten, harten Concretionen. Auf der Höhe der Kom-Spitze bilden sie kleine „Felsenmeere". Am Nordfusse des Gebirges oberhalb Berkovica sind die Gesteine unter einer mächtigen Schutt- und Lehmdecke verborgen, in welche tiefe Regenrisse und Schluchten eingeschnitten sind. An einzelnen Stellen treten Quarzeinlagerungen: Knauern und Schnüre auf, und können dann die Schiefer für Quarzphyllite genommen werden. Vorherrschend sind aber immer die „Knoten"- oder „Fruchtschiefer"-ähnlichen Gesteine. Hochstämmiger Buchenwald, der freilich weithin recht übel zugerichtet ist, bedeckt die Gehänge. Weiter aufwärts stellen sich wahre Baumriesen von Rothbuchen ein. Sonst treten nur noch Birken und Haselbüsche in den jüngeren Schlägen auf. Kleine Fichtenbestände kommen erst in grösserer Höhe vor. So bei der Localität Dusla, wo auch vorübergehend einzelne Syenitblöcke angetroffen wurden. Auf den höchsten Partien hört der Wald auf. Weite *Juniperus*-Rasen bedecken die wiesigen Flächen, welche in ihrer Vegetation eine völlige Übereinstimmung zeigen mit den Schiefergebirgen der Grauwackenzone der Alpen. In der Nähe der Passhöhe werden die syenitisch-dioritischen Gesteine in den Schutthalden häufiger, vorherrschend aber bleiben die geschilderten Knotenschiefer, welche auf der Höhe förmlich massig aussehen und beim Schlagen in unregelmässige Stücke zerfallen. Auch das Vorkommen eines hornblendereichen trachytischen Gesteins (das als ein Hornblende-Andesit bezeichnet werden kann) liess sich constatiren, wenngleich dasselbe nicht anstehend angetroffen wurde.

Südwärts von der Passhöhe, gegen Komaštica hin, kommt man auf ein mittelkörniges Plagioklas-Biotit-Amphibol-Gestein (Diorit), welches ganz und gar dem Massengesteine vom Nordhange des Berkovica-Balkan (am Ginzi-Doruk-Pass) entspricht.

Auch in diesem Theile des Berkovica- (Kodža-) Balkan ist der Steilhang gegen Norden gerichtet, während sich nach Süden sanft geneigte, mit saftigen Matten bedeckte Gehänge hinziehen. Die Schiefergesteine scheinen auf der Südseite eine ganz untergeordnete Rolle zu spielen. Wir ritten, nachdem wir ein gräuliches Unwetter bestanden, gegen das Thal der Lisina (Liša) hin, welche weiter abwärts die Komaštica Rjeka genannt wird. Zu beiden Seiten hatten wir die amphibolreichen dioritischen Gesteine, vor uns (gegen Süden) aber erhob sich ein viel zerklüfteter, crenellirten Mauern ähnlicher Höhenzug, der aus rothem feinkörnigen Sandsteine aufgebaut ist: die Pojana (oder „Pojanica Planina"). Diese (dyado-triadischen) Sandsteine lagern unmittelbar auf dem krystallinischen Massengesteine auf, das weiterhin nochmals herrschend wird. Sie sind wohlgeschichtet und nur ganz leicht nach Süden geneigt.

Weiter abwärts liegt über dem Diorit wieder der rothe Sandstein, auf diesem aber treten dann wohlgeschichtete graue Kalke auf, welche durch das Vorkommen von Naticellen und von *Myophoria costata*, *Gervillia socialis* u. a. als Wellenkalk mit voller Sicherheit bestimmt werden können. Auch diese Kalke sind leicht nach Süden geneigt. In dieser Etage wurde auch das Vorkommen einer fossilienreichen Bank vorgefunden, welche besonders reich ist an leider ganz schlecht erhaltenen kleinen Gastropoden, und vollkommen übereinstimmt mit der Schichte (5) im Triasprofile, nördlich vom Ginci-Pass. (Nr. 5 meiner Berichte, S. 9 des Sep.-Abdr.) Die fossilienführenden Bänke finden sich am Bache im Dorfe Lisina, dessen Häuser weithin zerstreut liegen. Zwischen Lisina und Komaštica liegt eine wilde, enge Schlucht im Kalke. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auf den Wellenkalk hier auch Schichten des Lias und vielleicht auch des oberen Jura folgen, wie wir dies ähnlich so weiter westwärts angetroffen haben. Bei Komaštica selbst aber stehen schon sichere

Neocomschichten an. Zu beiden Seiten in der erwähnten Schlucht sah ich wohlgeschichtete, nach Süden geneigte Kalke.

In den mit 15° nach Südwest einfallenden neocomen Kalkmergeln, welche ganz dieselbe Ausbildung zeigen wie bei Kutlovica, wurden neben Abdrücken von *Crioceras* (*Cr.* cf. *Duvalii* Leveillé) und *Hoplites cryptoceras* d'Orb.) auch Exemplare eines *Phylloceras* gefunden, welche dem *Phylloceras Rouyanum* oder *Phyll. infundibulum* d'Orb. nahe stehen dürften.

Nicht unerwähnt bleiben soll das Vorkommen von Fucoiden, welche auf das lebhafteste erinnern an die von Quenstedt als *Fucoides Hechingensis* (Jura, 574, Taf. 73, Fig. 9) angeführten Vorkommnisse, an der Grenze zwischen w. J. α und w. J. β, am Hundsruck in Schwaben. Das Laubwerk ist vielfach dichotomisch verästelt und hebt sich deutlich von der etwas dunkler gefärbten umhüllenden Gesteinsmasse ab. Es ist dieses Vorkommen mit ein Beweis für die grosse Übereinstimmung in Bezug auf die Faciesverhältnisse der jurassischen und der besprochenen neocomen Ablagerungen. (Man vergl. Taf. I, Fig. 6.)

Im Bereiche der Kalke herrscht hier weithin die ausgebildetste Karstscenerie.

Als Dachdeckmaterial werden in Komaštica etwas sandige Kreidemergel benützt.

Unterhalb Komaštica kommt man, über einen niederen Sandsteinriegel, in das fast quer von Ost nach West auslaufende, sehr breite Thal der Visoka Rjeka (das Thal der oberen Temska), deren Quelllauf der Bach von Komaštica darstellt.

Während am rechten Ufer (d. h. nördlich) die Kalke mit sanften Gehängen (Schichtflächen) anstehen, und dahinter die rothen Sandsteine, und die krystallinischen, sanft gerundeten Rücken des Hauptkammes sichtbar werden, — besonders dort, wo Zuflüsse durch eine schluchtähnliche Enge aus dem Kalkgebirge hervorbrechen, analog der Ausmündung des Baches von Komaštica in das breite Längenthal, — wird die linke Thalwand von mürben, schieferig-sandigen Mergeln gebildet, welche glimmerarm sind, und ihrem Alter nach nicht genauer bestimmt werden können, da leider keinerlei Fossilreste gefunden wurden. Sie erscheinen streckenweise wie gebändert und halten an bis weit über Slavinja, an der neuen Grenze zwischen Bulgarien und Serbien.

Bei Dolni Krivodol fiel mir auf, dass die Einfassungssteine der Gärten im Dorfe fast durchgehends aus rothem Sandstein bestehen, der offenbar in nicht allzu grosser Entfernung vorkommt. Unterhalb Krivodol (bei Zatovci) ist am linken Ufer der Visoka Rjeka eine hohe Terrasse scharf ausgeprägt. Das Gestein derselben ist unten der mürbe, gebänderte Kalkmergel und oben ein mergeliger Sandstein; der erstere gleicht ganz dem Gestein, durch welches der Bach von Komaštica ins Hauptthal heraustritt. Über ganz ähnliche Gesteine kommt man auch am rechten Ufer vor Slavotin. Auch hier bilden sie eine Stufe, mit verticalen Abstürzen zum Bache hin. Sie fallen hier gegen Südwest, also unter das südliche Kalkgebirge ein. Sie sind grau gefärbt und werden beim Verwittern bräunlich. Sie erinnerten mich lebhaft an die mergeligen Gesteinslagen im Nišava-Defilé bei Sitjevo, die dort über den rothen Sandsteinen und unter den von mir zum oberen Neocom gestellten Kalken auftreten, also unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie hier. Auf der erwähnten Terrassenoberfläche liegen rothe Sandsteine in Blöcken, welche von Norden herabgebracht werden. Das Vorkommen der mürben, leicht erodirbaren Mergel und mergeligen Sandsteine erklärt mit die breite, beckenartige Ausbildung des Thales. In der Umgebung von Slavinja, und zwar nordwärts gegen den Kamm des Gebirges hin, sollen Eisenerze vorkommen, und zwar wurde mir von dem bulgarischen Gendarmerie-Commandanten, die Gegend von Senakos als erzreich bezeichnet. Es dürfte dort die Grenze zwischen den rothen Sandsteinen und dem Kerngesteine des Gebirges ganz nahe sein.

Etwas unterhalb Slavinja treten, wahrscheinlich in einer Aufbruchwelle, Kalke auf, welche kleine Belemniten, Pecten und undeutliche andere Fossilreste enthalten, und wohl dem unteren Jura angehören dürften. Darüber stellen sich dann sofort wieder die erwähnten Mergel ein.

Vor und in Rzana, dem ersten bulgarischen Dorfe auf serbischem Gebiete, treten graue, hornsteinführende Kalke auf, welche auch den Grenzberg: Glusin-Sube, sowie den weiter westlich aufragenden Vidlič zusammensetzen dürften. Es sind höhlenreiche, schön plattige Kalke, welche eine Wechsellagerung von harten und ganz mürben Schichten erkennen lassen, und ein förmliches Thor bilden, durch welches die Temska

hindurchbricht. Sie enthalten: Korallen, Cidariten (Stacheln), Terebrateln, Pecten, Aptychen und hastate Belemniten (u. zw. schlank keulenförmige Formen, welche an *Belemnites subfusiformis* erinnern). Die Hornsteine bilden stellenweise förmliche Lager. Über den Hornsteinkalken treten Breccienkalke mit *Cidaris*-Stacheln auf. Sie bilden steil abstürzende Kalkmauern über den mürben, schieferig-sandigen Mergeln, welche auf dem Wege zur Einsattelung des Kalkgebirges weit hinan anhalten und zum Theil steil aufgerichtet und gefaltet sind. Das unmittelbar Hangende bilden erst in der Nähe der Passhöhe, braune, quarzreiche Sandsteine, über welchen dann graue, dichte, licht-aderige Kalke auftreten (Caprotinenkalke?). Am rechten Ufer der Temska sieht man Stuhlberge, welche, wie aus späteren Erfahrungen hervorgeht, offenbar aus Wellenkalken aufgebaut sein dürften.

Auf der Höhe dehnt sich eine weithin nach Ost und West reichende, leicht nach Süden geneigte, muldige Hochfläche aus, welche über und über bedeckt ist mit grossen und kleinen Karsttrichtern, die vielfach mit ihren Rändern aneinanderstossen, so dass man von förmlichen Dolinenzügen sprechen kann.

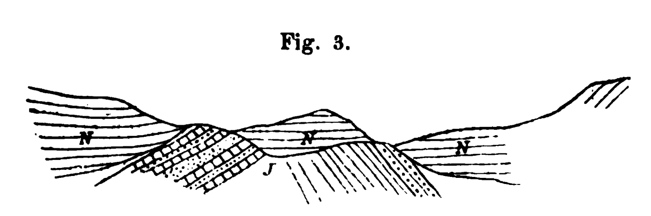
Unser Weg nach Basara führte jenseits der Höhe durch nicht weniger als neun grosse, in einer Reihe von Ost nach West unmittelbar aufeinanderfolgende Dolinen, deren rasenbedeckte Grundfläche als Weideplätze benützt werden. Die zehnte Doline der Reihe ist nach Westen hin von einer Schlucht durchbrochen, welche der Anfang eines engen, tief eingeschnittenen Thales geworden ist, das sich gegen Basara hinabzieht.

Basara liegt demnach am Südhange des Gebirges, genau westlich von der höchsten Höhe des Kammes der Basara Planina: dem Vidlič. Dieses Karstgebiet erstreckt sich südwärts bis an die Nišava. In den Dolinen stehen an den zum Theil stufenförmig vorragenden Kalkbänken vielfach Hornsteinkalke an, welche durch Verwitterung und Erosion wie zernagt aussehen, und so ein Analogon der Karrenbildungen darbieten. (Die Mangelhaftigkeit der Karte machte sich hier sehr fühlbar und hat uns einen bösen Nachtritt gekostet. Die Mängel der früheren Karte wurden übrigens seither nach den Aufnahmen der Grenzregulirungs-Commission wesentlich verbessert.)

In Basara fanden sich neben licht graubraunen Kalken auch lichte Crinoidenkalke.

Von Basara westwärts kommt man über die hornsteinführenden Kalke, unter welchen braune Quarzsandsteine in Aufbrüchen zu Tage treten. Einer dieser Aufbrüche ist ganz besonders lehrreich: Graubraune, feine und mürbe, etwas mergelige Sandsteine wechseln mit stark eisenschüssigen, oolithischen Mergelkalken ab. Hier fand sich eine fossilienreiche Ablagerung. Die Schichten streichen fast genau nord-südlich und fallen zuerst nach Osten ein, gegen die Ausläufer des Vidlič hin, weiterhin zeigen sie aber westliches Einfallen, wodurch hier die Existenz einer Antiklinalen constatirt wird. Es fanden sich Belemniten, Ammoniten, Pecten und andere Bivalven, theils in den Wasserrissen, theils auf den neuumgebrochenen Feldern. Dieselbe Formationsgrenze bezeichnet zugleich ein Quellenniveau. Das Wasser dringt zum Theil in kleinen Sprudelquellen zu Tage.

Fig. 3.



Aufbruch der Juraformation (*J*) bei Basara unter der zum Theile abgetragenen Decke der hornsteinführenden Kalke (*N*).

Von Ammoniten ist das Vorkommen von *Harpoceras bifrons* Brug., *Harpoceras boreale* Seeb. und *Stephanoceras* spec. ind., von Belemniten neben anderen das Vorkommen von Formen anzuführen, welche an *Belemnites giganteus* erinnern und von solchen, welche zu den Canaliculaten gehören. Von Bivalven ist *Pecten* besonders häufig, und zwar in mehreren Formen, darunter solche, welche sich von *Pecten disciformis* nicht unterscheiden lassen. Diese letzteren kommen übrigens hier bestimmt zusammen mit *Harpoceras bifrons* vor.

Ausser der erwähnten gleichohrigen Art finden sich auch gerippte Formen, u. z.:

1. *Pecten* cf. *strionalis* Quenst. (Taf. I, Fig. 9). Bei welchem die Rippung besonders in der Wirbelgegend scharf entwickelt ist und die Ohren förmlich gegittert erscheinen (Quenstedt, Jura, 183, Taf. 23, Fig. 2. Lias δ).

2. *Pecten aequivalvis* Sow. (Quenst. S. 192, Taf. 23, Fig. 1. Lias δ) (Taf. I, Fig. 10).

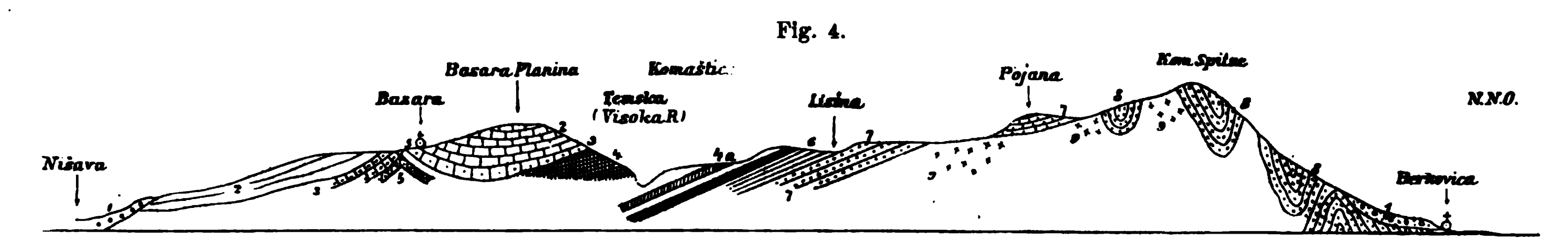
3. *Pecten* cf. *tumidus* Ziet. (= *P. velatus* Goldf.) (Taf. I, Fig. 11) mit stärkeren und dazwischen liegenden schwächeren Rippen, welche jedoch regelmässiger verlaufen und gedrängter stehen, als bei der typischen Form (Goldf. II, Taf. 90, Fig. 2).

Es geht daraus hervor, dass in diesem verhältnissmässig wenig mächtigen Schichtencomplex der obere Lias (etwa den Posidonienschiefern entsprechend) und wahrscheinlich auch der Dogger vertreten sind. (Man vergleiche übrigens Taf. I, Fig 7—11.)

Gegen Pirot hin kommt man sodann, und zwar unmittelbar über gelblich gefärbten Sandstein, wieder auf jüngere graue und weissaderige Kalke mit spärlichen Hornsteineinschlüssen, welche *Calamophyllia*-Stöcke und vereinzelte Belemniten enthalten. Es sind Korallenkalke, welche sich weiter nach Nordwesten hin erstrecken dürften, offenbar bis an die Route Sveti Nikola—Ak Palanka und noch darüber hinaus.

Gegen Berilovce hinab — (am Rande des Thalbeckens von Pirot) — stellen sich ungemein mächtige Schotteranhäufungen ein, welche förmliche Vorberge zusammensetzen. Es ist wohl jung tertiärer Schotter. Derselbe zeigt Spuren von Schichtung und ist bis hoch hinauf von gelbem Lehm (Löss) bedeckt. Ganz ähnliche Schotterterrassen kommen, wie an anderer Stelle angeführt wurde, auch im Becken von Ak-Palanka vor.

Fig. 4.



Ideal-Profil von Berkovica über den Kom nach Komaštica und über die Basara Planina in's Thal der Nišava.

1. Diluviale und jungtertiäre Ablagerungen.
2. Caprotinenkalk.
3. Sandsteine (Kreide?).
4. Sandiger Mergel (Kreide?)
4 *a*. Neocomschichten von Komaštica (*Cryptoceras*-Schichten).
5. Jura (*Harpoceras bifrons*-Schichten).
6. Wellenkalk.
7. Rothe Sandsteine (untere Trias oder Dyas).
8. Paläozoische (azoische) Schiefer.
9. Dioritische Massengesteine.

3. Von Pirot über den Vršaglava-Pass nach Čiparovci (Čiprovac).

Von Pirot wurde nach kurzer Rast sofort die Tour nach Čiparovci angetreten. Am Wege nach Gradišnica in einem kleinen Thalbecken der vom Vidlič kommenden Banjica gelegen, kommt man wieder über grosse Diluvialterrassen auf geschichtete Sandsteine und Conglomerate, welche bis gegen Nišor anhalten. (Auf der terrassirten Fläche liegen übrigens Blöcke von Sandsteinen sehr verschiedenen Aussehens herum.) Die Sandsteine vor Nišor haben ganz das Aussehen von tertiären Sandsteinen, sie sind reich an Quarzkörnern, welche durch ein kalkiges Bindemittel verkittet sind, enthalten aber, wenn auch spärlich, Belemniten und Crinoiden. Ob sie dem Jura oder der Kreide angehören, wage ich dermalen mit Sicherheit nicht zu entscheiden, obwohl das Letztere wahrscheinlicher sein dürfte. Bei Nišor stehen die geschichteten Sandsteine an; sie streichen NW.—SO. und fallen mit 50—60° nach Ost.

Über ihnen treten heller gefärbte, grauweisse, gelbverwitternde Kalke auf, mit grossen Caprotinen (*Caprotina ammonia* Goldf.). Auch massige Korallenstöcke kommen vor. Auf diesen Kalken ist Bildung von *Terra rossa* zu bemerken.

Diese Kalke krönen hier nur das Ganze, ohne eine sonderliche Mächtigkeit zu erlangen. Bald kommt man auf die im Vorhergehenden charakterisirten sandigen Mergel, in welchen das, der Längsrichtung des Gebirgszuges folgende Oberlaufstück der Banjica eingeschnitten ist. Sie halten an bis zur Einsattelung („Bo Christički Krst"), durch welche der Steig hinüberführt nach Koprivštica und Lukanja. Sie sind hier sehr mürbe, zerfallen in

feinen Grus, der aus griffelförmigen Stückchen besteht. Wie beträchtlich die Abfuhr des leicht zerstückbaren Gesteines ist, das zeigen in schönster Weise die stattlichen Eichen, welche das Steinkreuz auf der Höhe umgeben: ihre bis über 20cm im Durchmesser betragenden, horizontal abzweigenden Wurzeln liegen vollkommen bloss und ragen in die Luft hinaus. Die Mergel werden überlagert von steil nach Norden fallenden, westöstlich streichenden Kalksteinschollen. Bei Koprivstica zeigte sich, dass dieselben gleichfalls den Caprotinenkalken entsprechen.

Als Dachdeckmaterial im Dorfe stehen überaus plump-plattige Kreidesandsteine im Gebrauche. Dieselben zeigen auf den Schichtflächen undeutliche Pflanzenreste und sind glimmerig, ganz wie die untercretacischen Karpathen- (oder Flysch-) Sandsteine.

Zwischen Koprivštica und Lukanja kommt man über grell roth gefärbte Kalke, welche überaus reich sind an Fossilien des mittleren Lias, ganz ähnlich den analog alterigen Kalken unweit Bučina (Route Berkovica—Sofia). Neben Terebrateln (*Terebratula* cf. *numismalis* Lam. und *T.* cf. *ovulum* Quenst., Taf. I, Fig. 13 u. 14) und *Rhynchonella* cf. *tetraëdra* Quenst. (Taf. I, Fig. 12) fanden sich zahlreiche Pecten (*Pecten priscus* Schl. und *P. textorius* Schl.) und ein kleiner flacher Cidarit (der wohl zu *Acrosalenia* gehörig ist).

Ausser den rothen Marmorkalken finden sich auch graue Kalke derselben Formation; diese sind stellenweise sehr kieselig, theils sandig-körnig, theils fast dicht. Sie enthalten neben Belemniten (spec. ind.) *Pecten textorius* Schl. und *Pentacrinus* sp., vielleicht *P. subangularis* Mill.; von letzterem wurde eine 43mm lange Säule mit 28 Gliedern gefunden.

Unter diesen Liaskalken folgen mergelige Schichten, und unter diesen schön dünnplattig brechende, wohlgeschichtete, ganz typische Wellenkalke mit den bezeichnenden Wülsten, und mit unzähligen Naticellen, Myophorien (*Myophoria costata*), Anoplophoren, kleinen Gervillien und dergleichen, auf den Schichtflächen einzelner Bänke. Das Liegende bilden theils fast rein weisse, theils auch grell rothe und weiss gebänderte Sandsteine.

Durch Verwerfungen wiederholt sich in der Schlucht südlich von Lukanja stufenartig die Aufeinanderfolge des Wellenkalkes und des Sandsteines mehrere Male, so dass der erstere an manchen Stellen unter den letzteren einzufallen scheint. Die Wellenkalke erscheinen übrigens schon hier am linken Ufer der Temska gepresst und in Folge dessen in Falten gelegt. Ihr Einfallen ist im Allgemeinen nach Südost gerichtet.

Von Lukanja (an der Temska) gingen wir an der Gozduša Rjeka hinauf.

Der Bach hat sein Bett quer auf das Streichen, in überaus schön gefalteten Wellenkalk eingeschnitten (die rechte Thalwand sieht aus als wäre sie gekräuselt). Das Streichen der Schichten ist genau westöstlich. Weiter nordwärts liegen dieselben plattigen Kalke dann ganz sanft geneigt. Die Faltungen sind weniger auffallend. Wie über eine natürliche Stiege steigt man über die Kalkbänke hinan. Die Bergflächen der allmälig ansteigenden Plateaulandschaft sind mit Rasen bedeckt und stellen sich hie und da, gleichfalls rasige, weite Trichter und Mulden ein. In dem muldigen, wasserlosen Hochthale kommt man auch an einen Erdfall, der Mündung eines unterirdischen Hohlraumes. Jüngere Bildungen treten nicht mehr auf. Der Weg zieht sich zwischen der Turla Planina (im Osten) und der Vrtibog-Planina (im Westen) immer über den Wellenkalk hin, bis man die Kammhöhe des Gebirges vor sich hat. Man bleibt fort und fort in einem Karstcharakter aufweisenden Kalkterrain. Vor Allem fällt nun hier der crenellirte Kamm der Tri Čuki auf, der von dem Rücken der Bratkovac Planina durch eine tiefe Einsenkung geschieden ist, in welcher die neue serbisch-bulgarische Grenze verläuft. Von der Höhe am Bratkovac hat man eine ganze Reihe von Bergen vor sich, unter welchen die Golema Čuka dominirt. Es ist ein rundrückiger, sanft geböschter, offenbar krystallinischer Berg, der von dunkelrothen Sandsteinen mantelartig umgeben ist; nach Westen hin hebt sich dann die bizarr gestaltete Sandsteinkrone des Babin Zub ab, das Gegenstück der Tri Čuki. Der Abstieg zur Grenzwachlaubhütte ist wahrhaft halsbrecherisch: über blutroth gefärbte, dyado-triadische Sandsteine und grobkörnige Conglomerate, welche auch den jenseits der Grenze, auf bulgarischem Gebiete liegenden Höhenzug, den nordwestlichen Ausläufer der Tri Čuki, zusammensetzen. Erst nachdem auch dieser, mit dichtem Juniperus-Rasen bedeckte Rücken passirt ist, beginnt der Steilabstieg über den Nordabfall des rothen Sandsteins.

Die Bänke dieses wild zerklüfteten Gesteins, fallen leicht geneigt gegen Süd. Die Farbennuancirung (grau, grün und roth) der Gesteinblöcke wird durch üppige Flechtenvegetation bedingt. Es ist eine imposante Sand steinmauer, über die man hinabklettert, auf endlos scheinendem Zickzacksteige zu dem, wie es von oben scheint, unmittelbar am Fusse der Mauer in der Tiefe liegenden Čiparovci. Erst wenn man die hier das Liegende bildenden, stark verwitterten graugrünen Thonschiefer erreicht, wird die Böschung eine weniger steile. Unter diesen etwas mergeligen Schiefern kommen dann ganz licht gefärbte Talkglimmerschiefer. Damit haben wir die Zone phyllitartiger Schiefer (zum Theile „Grünschiefer") erreicht.

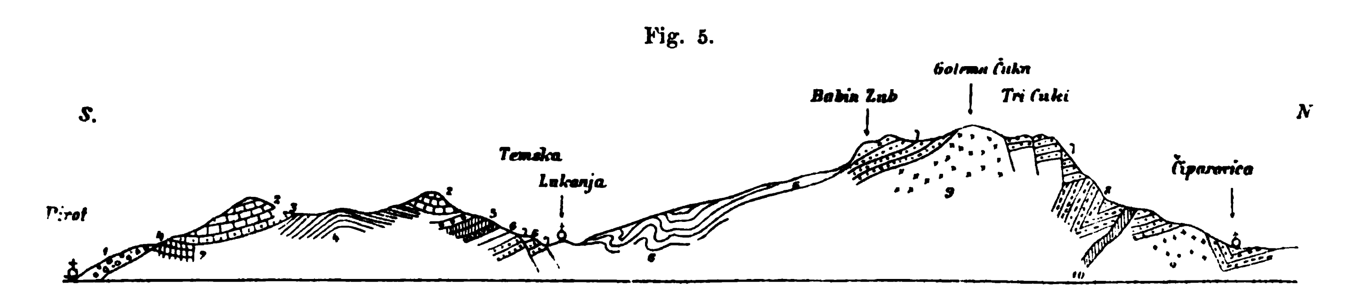
Dieser Zone gehören auch hier, wie bei Berkovica und im Isker-Defilé, Eruptivgesteine an, welche besonders gegen Nordost hin, im Quelllaufe der Vlaški Rjeka (Vlaški Ogost) in grosser Ausdehnung auftreten müssen, wie nach den Blöcken im Bache zu schliessen ist. Auch am Golema Čuki dürften sie ganz ähnlich so, wie am Berkoviča-Balkan, eine wichtige Rolle spielen. Vor Čiprovac und bei den ersten Häusern des Städtchens, steht ein lichtgefärbtes (dioritisch-syenitisches) Massengestein an. Der ganze Nordhang ist mit dichten, in den höheren Regionen zum Theile sehr grossstämmigen Rothbuchenwäldern bedeckt.

Im Orte selbst stehen gefältelte, grüne Schiefer an, welche reich sind an Quarz, der in Schnüren und Linsen auftritt. Die Umzäunungen und Mauern im Orte bestehen vorherrschend aus Blöcken von lichtem, körnigem Diorit und aus porphyrartigen Grünsteinen, welche durch das Vorkommen von Plagioklas in grossen, verhältnissmässig dünnen Tafeln ausgezeichnet sind.

Čiparovci ist eine alte Bergstadt. Die alten Erzgruben, mehrere recht ansehnliche Pingen, liegen in Rubskodol, etwa 5 Kilometer vom Städtchen entfernt (WNW.), in einem Seitenthale des Vlaški Ogost. Tiefe Pingen geben Zeugniss von dem einst sehr lebhaften Bergbaubetriebe.

Am Wege dahin kommt man über westöstlich streichende und in Falten gelegte grüne Schiefer, welche zuerst quarzreich sind, weiterhin aber ganz quarzfrei werden und ganz das Aussehen von Phylliten annehmen. Darüber folgen dann wieder die lichten Talkglimmerschiefer. Das erzführende Gestein ist ein krystallinisch körniger, in Thonschiefer eingelagerter Kalk (Lagergang), in dem nesterweise das Erz, vorwaltend Bleiglanz, vorkommt. Auf den Halden fanden sich auch graue Quarzite. Auf halbem Wege zwischen den Gruben und dem Städtchen, werden die Schiefer von einem Grünsteingange durchsetzt und treten auch graublau gefärbte Schiefer auf. Ich halte die ganze Schieferpartie für paläozoisch. Zwischen dem rothen Sandsteine und den Schiefern besteht eine ausgesprochene Discordanz.

Fig. 5.



Ideal-Profil von Pirot über Lukanja und den Vrša glava-Pass nach Čiparovci.

1. Diluvialer Schutt.
2. Caprotinenkalk.
3. Sandstein mit Belemniten.
4. Schieferig-sandige Mergel (untere Kreide?).
5. Jura (Lias [u. Dogger?]).
6. Wellenkalk.
7. Rothe und weisse Sandsteine (dyado-triadisch).
8. Paläozoische (azoische) Schiefer).
9. Dioritisch- (granitische) Massengesteine).
10. Eruptiv-Ganggestein.

4. Von Čiparovci über Belimir nach Berkovica.

Zwischen Čiparovci und Belimir, im weiten Thale des Ogost, passirt man zuerst die Schiefergesteine, in welchen noch vor dem Monastir (bei einer Brückenruine), ein stark zersetztes, an Melaphyr erinnerndes, tuff-

artiges Gestein auftritt, das zwischen einer Porphyrbreccie eingeschlossen ist. Sodann stellen sich nach Südost einfallende rothe Conglomerate und Sandsteine ein. Das Einfallen wechselt zwischen 15 und 45°. Nach dem grossen Monastir (S. Ivan Rilski) legen sich über diese letzeren graubraune, etwas glimmerige Sandsteine mit mergeligen Lagen, welche wohl schon der Kreideformation angehören dürften. (Flyschartige Sandsteine.) Sie sind steil aufgeschichtet und gefaltet.

Bei Belimir (am linken Ufer des Ogost) steht ein Schichtencomplex aus grauen dichten Kalkmergeln an, Dieselben fallen gegen Südsüdost mit 20° Neigung ein. Feste Bänke wechseln ab mit dünnplattigen, in längliche Stücke zerfallenden, mürben Mergeln.

Von Fossilresten fanden sich hier *Hoplites cryptoceras* d'Orb. sp., *Crioceras* cf. *Duvalii* Lev., ausserdem Belemniten, eine *Terebratula* und ein Schalenstück eines Cidariten.

Als Dachdeckmaterial werden vielfach braune Sandsteinplatten benützt. (Kreidesandstein.) Das breite Längenthal des Ogost folgt hier eine Strecke weit der Grenze zwischen den Sandsteinen und den mürben Kreide-Kalkmergeln (Cryptoceras-Schichten): links halten Neocomschichten an, die Ufer rechts erscheinen weiterhin grell rothbraun gefärbt.

Wir ritten nun über Srbljana nach Satucino. Bei Srbljana am rechten Ufer des Ogost stehen wohlgeschichtete mürbe Sandsteine an, welche überdeckt sind von, in Sand und Lehm eingebetteten Blockanhäufungen. Sodann ging es weiter gegen Südsüdost nach Bistrilica. Dabei kommt man über ein mit Blocklehm bedecktes Plateau, aus welchem sich ein Riff aus grauem, etwas sandigem Kalke erhebt. Nach Südosten hin erheben sich in einer von West nach Ost verlaufenden Reihe spitz ansteigende Berge, welche alle ganz gleichartig, mit 40—50° gegen Nordost einfallende, wohlgeschichtete Kalkmassen zu oberst erkennen lassen, während ihre nach Südwest gekehrten Abhänge der Hauptsache nach aus grauen, mürben, mergeligen Gesteinen bestehen. Bei Bistrilica kommt man in den Bereich der offen anstehenden Mergel dieser Art. Sie dürften das Material zu den mächtigen Lehmdecken geliefert haben, unter welchen sie sich wohl weit gegen den Ogost erstrecken mögen. Sie haben übrigens petrographisch grosse Ähnlichkeit mit den Mergeln von Dobridol unweit Pirot. Nach Überschreitung der Kalimanica, aufwärts gegen Gaganci, kommt man über dunkel gefärbte, ganz mürbe, sandige Mergel, welche eine Unmasse von Concretionen enthalten. (Sie streichen hora 10 und fallen nach ONO. ein.) Gute Aufschlüsse liegen bei Gaganci, wo die Kalimanica die vorhin erwähnten Berge durchbricht. Am linken Ufer beim Abstieg gegen den Bach findet man folgende Schichtenfolge von unten nach oben:

Zu unterst eine Schichte graues, dunkelfleckiges Kalkconglomerat, darüber
sandige Mergel,
grobkörnige feste Quarzsandsteine,
eine überaus petrefactenreiche, dunkelgrau gefärbte, 2—3 Meter mächtige Bank, und
zu oberst die Mergel mit den Concretionen.

Die an dieser Localität gesammelten Fossilien deuten durchgehends auf mittleren Lias. Es fanden sich: *Spirifer rostratus* Schlth. neben *Belemnites* spec. ind. *Pecten* cf. *priscus* Schl., *P. liasinus* Nyst. und eine sehr zierliche kleine *Avicula* (etwas ähnlich der *A. substriata*). Sehr häufig ist dann aber, in einem ungemein festen Kalksteine eingeschlossen, eine *Gryphaea*, welche sich an die *Gryphaea* vom Ginci Han (Sofia-Berkovica, Bd. LXXVII, S. 13 d. Sep.-Abdr.) anreihen dürfte. (*Gryphaea* cf. *fasciata* Tietze.) Von einer ganz besonders grossen *Gryphaea* liegt die Deckelklappe vor.

Daraus geht hervor, dass der mittlere Lias sowohl nördlich als südlich vom Balkan-Hauptkamme entwickelt ist.

Am rechten Ufer lässt sich die Schichtenreihe noch weiter verfolgen.

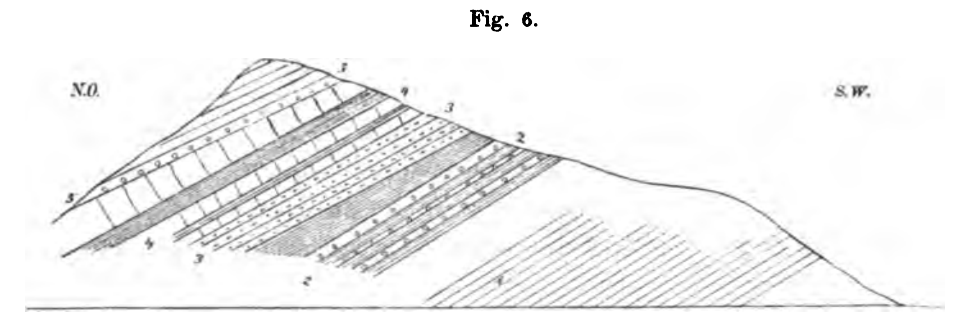
Es erhebt sich daselbst, noch im Dorfe, ein 40—50 Meter hoher Fels, der steil gegen den Bach abfällt und folgende Schichten, über einander gelagert, erkennen lässt:

Im Bachbette anstehend, treten dunkle, glimmerig-mergelige Sandsteine auf (1.), welche den Concretionenmergeln zuzurechnen sind, wie sie denn auch weiter aufwärts feinkörniger werden, und schichtenweise über und über erfüllt sind mit ellipsoidischen Concretionen (2.).

Dann folgen sehr feste, kalkige Sandsteine — ähnlich den sandigen Kalken vor Bistrilica (3.). In einem Stücke fand sich eine grosse grobrippige *Plicatula*.

Das Hangende bilden dunkel graublaue, feste und harte Kalke (4), welche regelmässig wechsellagern mit weichen Mergeln und concordant überlagert werden von grauen Hornsteinkalken (5.) (Jura oder Kreide). Das Streichen ist von SO.—NW., das Fallen mit 50° gegen NO.

Fig. 6.



Der Berg am rechten Ufer der Kalimanica in Gaganci.

Weiter SO. von Gaganci halten die Sandsteine der unteren Juraformation eine Strecke weit an. Besonders schön sind sie wieder in dem nächsten Thalrisse ($1^1/_2$ Kilom. von Gaganci) aufgeschlossen, wo dieselben in grossen, ganz leicht gegen NO. geneigten Tafeln anstehen.

Auf den Höhen sind auch weiterhin die Hornsteinkalke aufgesetzt. Das Liegende der Jura-(Lias-)Sandsteine bilden rothe Sandsteine, auf denen an einer Stelle Kalkconglomerat unmittelbar aufzulagern scheint. Gegen die Brzia hin treten dann wieder mürbe, grünlichgraue Mergel (Mergel von Bistrilica) auf.

Der Rücken zwischen Kostence und Berkovica besteht zum Theil aus syenitischem Gestein, das tief hinein verwittert ist. In allen Wasserrissen findet sich schwarzer Amphibolsand, der hie und da Magnetitkörnchen enthält. Dieses Gestein hält jedoch nur bis gegen die Höhe hin an, dann folgen krystallinische und halbkrystallinische Schiefer, mit Gängen eines dunklen (andesitischen?) Eruptivgesteines. Das herrschende Gestein ist überall bis tief hinein zersetzt, gleicht jedoch im Allgemeinen den Schiefern am Nordabhang des Kom-Passes.

Erwähnen möchte ich an dieser Stelle eine Angabe, welche mir in Rahova von dem dortigen Kreisvorstande gemacht wurde. Bei Vršec, östlich von Berkovica, sollen nämlich heisse Quellen zu Tage kommen („Schwefelquellen"), und zwar soll das heisse Wasser im Bette der Botunja emporsprudeln. Die geologischen Verhältnisse dürften sich daselbst ähnlich so verhalten, wie bei Bania (unweit Niš). Vršec liegt nahe der Grenze der krystallinischen Schiefer und der dyado-triadischen, von Triaskalken bedeckten Sandsteine.

5. Von Berkovica nach Sofia.

In Bezug auf die Route über den Berkovica-Balkan, längs der Poststrasse Lom-Sofia, kann ich meine im Jahre 1875 unter zum Theil recht ungünstigen Verhältnissen angestellten Beobachtungen, in mehrfacher Weise ergänzen und sicherstellen. Dies war namentlich für das Stück von der Passhöhe südwärts, bis an den Rand des Beckens von Sofia, wünschenswerth. Die Verhältnisse bis zum oberen Ginci Han (der auf der Generalstabskarte nicht angegeben ist) fand ich bei meinem ersten Besuche ein Liasvorkommen (Nr. V meines Reiseberichtes, LXXVII. Bd. d. Sitzungsb.). Diesmal konnte ich die Schichtenfolge etwas genauer verfolgen. Die Stuhlberge werden daselbst von einem dunkelgrauen, spärlichen Eisenkies führenden Kalke gebildet, der sehr feinkörnig und von weissen Adern durchzogen ist. Leider fanden sich darin nur recht wenige organische Reste: Belemniten-Durchschnitte, eine *Terebratula* sp. (eine biplicate Form) und ein paar kleine, stark concentrisch gerippte Bivalvenschalen. (Sie erinnern an eine *Posidonomya*.) Ein Abdruck ferner lässt an *Avicula inaequivalvis* Sow. denken.

Ich glaube, diese Schichten für Dogger nehmen zu können, da weiter im Osten ganz ähnliche Kalke, unter auffallend übereinstimmenden Verhältnissen, als sichere Doggerschichten bestimmt werden konnten. Auch etwas lichtere Kalksteinbreccien fanden sich am Gehänge.

Der liegende sandig körnige Liaskalk lieferte diesmal in seinen oberen Partien eine Anzahl wohlerhaltener *Pecten*-Schalen, aus der Formenreihe des *Pecten disciformis*, offenbar Vorläufer dieses für den unteren Dogger so bezeichnenden Fossils, das ich an einem anderen Orte unmittelbar zusammen mit *Harpoceras bifrons* (auf demselben Handstücke) angetroffen habe. (Und zwar bei Lomnica, nördlich von Trn, wie an anderer Stelle ausgeführt werden soll.) Die Belemniten der darunter liegenden Schichten erfüllen einzelne Bänke über und über, so dass die Strasse an einer solchen Stelle wie damit gepflastert aussieht.

Unter den Liasschichten folgen löcherige Sandsteine, darunter:

Lichtgraue Kalke ohne deutliche Schichtung (*Encrinus liliiformis*-Schichte), und darunter erst die hier leicht nach N. geneigten dunkelgrauen Plattenkalke (Wellenkalk). Die Aufeinanderfolge ist ohne erkennbare Discordanz.

Das Liegende bilden rothe Sandsteine (dyado-triadisch), welche weiterhin nach SW. einfallen und eine deutliche Sattelbildung erkennen lassen.

Am Ginci-Bache, rechts von der Strasse, sieht man wellig gebogene Gebirgsschichten (Wellenkalk), welcher lebhaft an das Vorkommen desselben bei Gozduša erinnert.

Die „Lias"-Bänke sind leicht nach Südwest geneigt.

Gegen den eigentlichen Ginci Han (Poststation; auf der Generalstabskarte Čarski-[Medžidie-]Han genannt) treten blutrothe, mürbe Mergel auf. Beim Aufstiege zum Pečeno brdo-Rücken kommt man noch einmal über hier steil aufgerichtete, lichte Kalke. (Oberer Jura.)

Fig. 7.

Beim oberen Ginci Han.

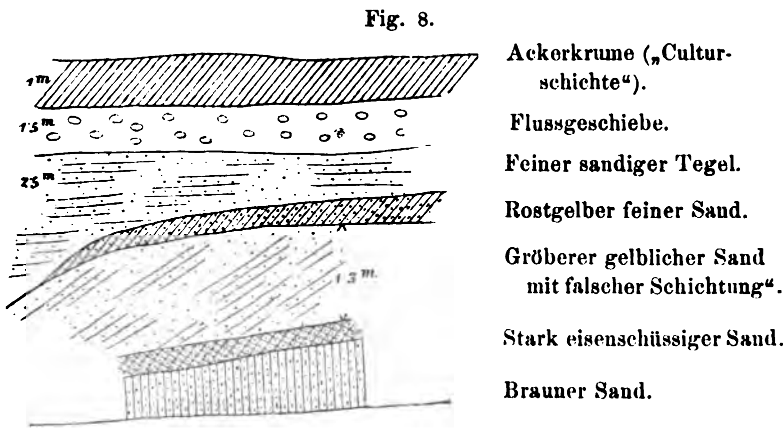
1. Kalk mit Belemniten (ob. Jura?).
2. Unter Schutt verborgen (Kalksteinbreccie).
3. Eisenschüssige sandig-kalkige Mergel.
4. Löcheriger (oberer Lias) Sandstein.
5. Trias Kalke.
6. Wellenkalke.
7. Sandsteine (in den unteren Lagen roth).

Der Pečeno brdo-Rücken besteht ganz aus den rothen Sandsteinen und Conglomeraten, welche in grossen Platten brechen und ausgezeichnete wellige Schichtoberflächen zeigen (Ripple marks), so dass sie zum Verwechseln den Platten aus dem englischen New red sandstone gleichen. Der fast vollkommen kahle und überaus wüst aussehende Bergrücken verdankt seinen Namen: der verbrannte oder gebrannte Berg, den auffallend braunroth gefärbten Gesteinen, aus denen er aufgebaut ist. Am Südfusse des Rückens treten dünnplattige grünliche Schiefer auf, welche ich mit den Carbonschiefern im Isker-Defilé identificiren möchte. Sie sind steil aufgerichtet, fallen nach S. und streichen von W. nach O. Sie halten an bis zu der Thalenge. Die schwarzen frischen Schiefer dieser Formation werden in grossen Platten bei Brezje, an einem der Zuflüsse des Isker, gebrochen und als Dachdeckmaterial verwendet.

Von hier südwärts sind vielfache Störungen in der Schichtenlagerung zu verzeichnen: Faltungen, Knickungen und Verwerfungen treten auf. Mergel, rothe, weisse und gebänderte Sandsteine und mergelige Wellenkalke wechseln mit einander ab und halten bis vor den Drenova Han an. Beim Aufstieg aus dem von O. nach W. gerichteten Thalbecken von Drenova-Bučina kommt man wieder über braunrothe Sandsteine (W.—O. streichend und S. fallend), auf typischen Wellenkalk mit *Myophoria costata* und *Lima striata*, auf welchen der Lias in ganz geringer Mächtigkeit liegt. Darauf folgt dann der hornsteinführende weisse Korallenkalk: Oberer Jura oder Kreide. Der Kalksteinrücken, der sich im Süden von Ranislavci Han erhebt, hat an seinem, leicht gegen Nord geneigten Abhange, eine ganze Reihe von grossen, kesselartig-trichterigen Löchern (Dolinen), von welchen besonders zwei aus der Ferne gesehen sehr auffallende Erscheinungen zeigen. Die eine dieser Vertiefungen lässt nämlich deutlich eine canalartige Furche oder Zulaufrinne, vom Kamme herabreichend, erkennen; die zweite dagegen zeigt ausserdem einen schmalen Durchriss, einen Abflusscanal nach abwärts. Die dolinenartigen Trichter liegen hier im Gebiete der grauen Hornstein- und der weissen darüber folgenden

Korallenkalke, der gegen Süden die, unter der hoch hinanreichenden Schotterdecke verborgene Umwallung des Beckens von Sofia bildet, dessen Ausfüllung — ausser den mächtigen Alluvionen — diluviale und zum Theile wohl auch jungtertiäre Geröll-, Sand- und Lehmmassen bilden. Den einzigen deutlichen Einblick in diese Ablagerungen gewährte mir eine Grundaushebung beim Bau des fürstlichen Schlosses in Sofia. (Man vergl. die beistehende Figur.)

Fig. 8.



Grundaushebung beim Bau des fürstlichen Palais.

6. Von Sofia nach Orhanie.

Auf dieser Route folgte ich der grossen und wichtigen Hauptstrasse, die über die auffallend niedere Einsattelung: den Baba Konak-Pass führt.

Altmeister Boué hat gleichfalls eine Route von Sofia bis über Taškesen eingeschlagen, ging jedoch dabei über Uselia (Novaselo oder Üstünli?) und Taukkeui(?) und sodann über die „Strigl Planina" nach Etropol, während ich über den Baba Konak-Pass NNW. nach Orhanie ging. Die Strasse zieht sich bis Taškesen fast genau ostwärts (O. 10° N.) über die Ebene hin. Die Alluvialfläche ist hier über 4 Stunden weit. Gegen das Gebirge hin passirt man einige ganz niedere Lehmterrassen. Auf die erste dieser Stufen kommt man bei Üstünli.

Auf anstehendes Gestein kommt man zum ersten Mal nach Passirung der Malinska Reka. Der Rücken besteht aus grünlichen, glänzenden, stark verwitterten Schiefern, welche ich für Carbon zu halten geneigt bin. Die Schichten streichen W.—O. und fallen nach S. ein. Sie enthalten auch Quarzknauern. Cleavage Erscheinungen sind auf allen Schichtflächen zu beobachten. Ganz besonders auffällig ist eine Lage mit ausgezeichneter „Duten"-Bildung. Stücke dieses Gesteins zeigen alle Erscheinungen des Duten- oder Nagelmergels, sind jedoch auffallend schwer und der Hauptsache nach aus Eisenoxyden bestehend (roth abfärbend), auf den Schnittflächen (Richtung der Basisflächen der Dutenkegelchen) färben sie auf der Strichtafel schwarz ab (manganreiche Lage). Über den Schiefern liegen die hier sehr reichglimmerigen rothen Quarzsandsteine. Dieselben sind reich an grossblätterigen Glimmerschiefergeröllen und Gneissglimmerschieferbrocken, und geben sich dadurch als eine Bildung zu erkennen, welche aus dem weiter östlich und südöstlich ausgedehnten Glimmerschiefer-Gneissgebiete, den Ausläufern der alten „Scholle" des Rilo und der Rhodope, herstammt.

Zwischen den rothen Sandsteinen und Conglomeraten einerseits, und den hier anstehenden (Carbon)-Schiefern andererseits besteht Discordanz. Die rothen Sandsteine fallen an dieser Stelle nach NO. ein. Bei dem noch fast vollständig zerstört liegenden Taškesen, sind einige Steinbrüche im Betriebe, in welchen schon zu Boué's Zeiten gearbeitet wurde („Mühlstein-Brüche"). Die untere Partie dieser Sandsteine ist grell roth, die obere Partie aber fast rein weiss.

Bei Taškesen an dem Übergange in das kleine Thalbecken von Komarci streichen die Schichten N.—S. und fallen 40° nach W. Beim Abstieg kommt man wieder auf rothe Sandsteine, welche auch hier in ihren untersten Lagen sehr glimmerreich werden. Das Liegende bilden an dieser Stelle glimmerige, stark verwitterte Schiefer, auf welche weiterhin typische Glimmerschiefer folgen. Der Glimmerschiefer ist steil aufgerichtet, bei

N.—S.-Streichen. Jene glimmerigen Schiefer haben ganz das Aussehen gewisser Schiefer der Carbonformation am Isker; sie sind frisch blauschwarz, werden aber beim Verwittern grünlich und violett.

Den „dichten, fast lithographischen Kalkstein", welchen Boué (Min. geogn. Detail, LXI. Bd. d. Sitzungsb. S. 76 d. Sep.-Abdr.) auf seinem Wege nach Taškesen angetroffen hat, fand ich auf meiner Route nicht vor.

Das dreieckige Becken von Komarci ist mit Alluvionen erfüllt. An dem Nordabhange beim Araba Konak beim Beginne des Anstieges liegen grosse Lehmmassen, in welche sich bis 7 Meter tiefe Regenschluchten eingegraben haben. Das darunter anstehende Gestein ist ein sehr stark zersetzter, mürber, grünlicher Schiefer mit der zarten Druckfältelung (Cleavage-Textur), und fühlt sich auf den Schnittflächen talkig an. Ich halte auch diese Schiefer noch für Carbon. (Streichen SO.—NW., Fallen nach SW. mit 55°.) Sie halten an bis zur Höhe, werden allmälig ganz licht (talkschieferähnlich) und glänzen lebhaft. Sie enthalten auch Quarzlagen.

Jenseits der Passhöhe folgen sehr bald massige, stark zerklüftete, graugrüne „Grünsteine", welche eine ziemliche Ausdehnung haben und in den Carbonschiefern eingeschaltet sind, denn es folgen eine Strecke weiter wieder die Schiefer, welche hier das Aussehen von Grünschiefern annehmen. Bei dem Quellenpavillon steht jedoch schon wieder das dioritische Gestein an. Sodann kommen abermals grünschieferähnliche Gesteine, mit vielen grauen, grauweissaderigen Quarziteinlagerungen (so auch bei dem russischen Denkmale, rechts von der Strasse).

Diese „Grünschiefer" scheinen etwas älter zu sein, als die dunklen glimmerigen „Carbonschiefer". Die letzteren lassen sich leichter in Platten spalten. Der Wechsel wiederholt sich weiterhin noch mehrfach. An einer Stelle treten die massigen Grünsteine serpentinisirt auf. Etwa 3—4 Kilom. vor dem Ausgange aus dem Defilé, in das weite reizvolle Thalbecken von Orhanie, kommt man an einem Complex von licht grünlichgrauen Schiefern vorbei, welche sehr harten, stark zerklüfteten, gelblichgrauen Quarzit (feinkörnigen, festen Quarzsandstein) umschliessen. Dieser letztere ist auf den Kluftflächen allenthalben mit schwarzbraunen, weichen, traubig nierenförmigen Krusten von Wad überzogen. Die ganze Sandsteinmasse erscheint schwarz, wie gebrannt, und fällt das Gestein durch sein etwas grösseres Gewicht sofort auf. Das Streichen ist hier O.—W., das Fallen sehr steil nach N.

Schiefer mit Sandsteineinlagerungen halten nun an bis über Vraces hinaus. Allenthalben sind die Sandsteinbrocken dunkel umgefärbt, zeigen jedoch im Innern lichtere Kerne. Vor Vraces fallen die Schiefer durch hellrothe Färbung auf. Im letzten Wegstücke (etwa 5 Kilom. lang) fehlen die Grünsteine vollständig.

7. Von Orhanie, über Ljutidol und Ljutibrod, nach Čerepis am Isker.

Von Orhanie, dem nettesten Städtchen im westlichen Balkan, ritten wir nordwärts über Skrivena nach Novačin. Bei Skrivena steht am linken Ufer des Baches graugrüner Schiefer mit Quarzit an.

Im Bache von Novačin finden sich dunkle Grünsteine (eine feinkörnige Grundmasse mit Ausscheidungen von grünem Amphibol), und lichte, granulitartige Gesteine (eine lichte, fast felsitisch aussehende Grundmasse, mit spärlichen Plagioklaskryställchen und winzigen Granaten). Auch weisse und grauweisse Kalke liegen im Bachschutte.

Der niedere Rücken, um den man bei Novačin reitet, besteht aus einem lichten, stark zersetzten massigen Gesteine.

Immer noch herrschen die grünen Schiefer mit dioritischen Gangmassen. Dieselben bilden die beiderseits in flachkuppige Querrücken gegliederten Abhänge. („Stoinova Čuka" im Westen, die Basis des Kamendol im Nordosten). Die Höhe des Kamendol ist durch eine langgestreckte Kalkmasse gebildet, welche auf die Schiefer discordant aufgelagert ist.

Die Schiefer halten bis zur Sattelhöhe zwischen Radotina und „Karaula Romanja" (Ravna-Sattel) an. Ihre Farbe wechselt. Auch eine Einschaltung von dunkelgrünen Conglomeraten kommt vor, sowie Massen von dioritischen Gesteinen.

Nach Nordwest geht es nun in ein tiefes kesselartiges Thal hinab.

Eine sehr interessante Localität liegt weiterhin in der engen Schlucht, welche aus diesem Thale in jenes von Ljutidol hinüberführt.

Nach Passirung von dunkelgrünen Felsen eines eruptiven Gesteines, kommt man auf sehr grobkörnige Conglomerate mit sandigem Bindemittel, welche in Bänke geschichtet sind und bei westöstlichem Streichen mit 60° nach Norden einfallen. Darauf legen sich braune, glimmerige Sandsteine, welche mich petrographisch lebhaft an die pflanzenführenden Schichten bei Cerova im Isker-Defilé erinnerten.

In einer kleinen Thalweitung treten die blauschwarzen, festen Conglomerate in fast horizontaler Lagerung auf und über ihnen liegen dunkle glimmerige Sandsteinschiefer, welche an einer Stelle ziemlich viele, leider jedoch sehr mangelhaft erhaltene Pflanzenreste umschliessen. Eine sichere Speciesbestimmung liess sich nicht durchführen, doch sprach sich Herr Oberbergrath D. Stur, der die Freundlichkeit hatte, die Dinge zu beaugenscheinigen, dahin aus, dass man es ohne allen Zweifel mit Schichten der oberen Steinkohlen-Formation zu thun habe, mit Ablagerungen, die sich am besten mit den Carbonschiefern von Tergove in Übereinstimmung bringen lassen würden.

Das häufigste Fossil ist ein *Pecopteris* (*P.* cf. *arborescens* Schl.), doch finden sich auch Fiederchen von *Odontopteris*- und *Neuropteris*-artigen Farnen. Ausserdem liegen zahlreiche Abdrücke von *Cordaites* vor.

Petrographisch unterscheiden sich die Schiefer nur wenig von jenen im Isker-Defilé, welche dort die Sandsteinschiefer mit einer ausgesprochenen Culm-Flora umschliessen; ihren Einschlüssen nach nähern sie sich jedoch viel mehr den pflanzenführenden Schichten von Belogradčik, wo freilich das Vorkommen von *Walchia piniformis* die Bestimmung als dyadisch ausser allen Zweifel stellt. Die Schieferflächen sind vielfach lebhaft (graphitisch) glänzend. Aus dem Gesagten dürfte hervorgehen, dass die dunklen Schiefer, welche hier, wie auch im Isker-Durchbruche, eine so grosse Entwicklung zeigen, das ganze Carbon repräsentiren.

Erwähnt sei ausserdem noch, dass die Carbonschiefer hier grauschwarze Kieselschieferlagen umschliessen. Die Lagerungsverhältnisse sind gerade bei der Pflanzenfundstätte etwas gestört. Durch Druck sind die Schiefer vielfach zerklüftet und die Pflanzen daher zertrümmert und verquetscht.

Die Schichten streichen an dieser Stelle von NW.—SO. und fallen nach NO. mit nur 15° ein.

Kurz vor Ljutidol bildet ein grauweisser und weissaderiger, hornsteinführender Caprotinenkalk (Urgonien) eine kurze, wilde Thalenge, eine Art natürliche Thalsperre. Er liegt vollkommen discordant über den Schiefern. Es ist dies die Fortsetzung des Caprotinenkalkes, welchen der Isker bei Čerepis (Monastir) in der grandiosen, viel gewundenen Schlucht durchbricht. In Ljutidol selbst stehen, am linken Ufer des Baches, graue, feinkörnige Sandsteine an. Dieselben sind wohlgeschichtet und zeigen eine Wechsellagerung von etwas festeren Bänken, mit ganz mürben Gesteinen. Sie liegen fast horizontal, sind leicht gegen Süden — (gegen die Caprotinenkalke hin) — geneigt und enthalten ausser Bruchstücken von faserigen (Inoceramus)-Schalen, keine Fossilreste. Bei den letzten (untersten) Häusern des Dorfes stehen lichtgraue Crinoidenkalke an. Dieselben sind gleichfalls wohlgeschichtet und liegen concordant unter den Sandsteinen. (Fallen ganz flach gegen Südsüdwest ein.) Beim Übergange in das mit dem Thale von Ljutidol parallele, bei Berkova ausmündende Thal kommt man über die mergeligen Sandsteine, deren festere dünnplattige (bei 2—5 Ctm. dicke) Platten, das schwere Dachdeckmateriale für die Bauernhäuser liefern. Sie nehmen ganz das Aussehen von Flyschsandsteinen an, enthalten viel weissen Glimmer, und sind auf den Schichtflächen oft über und über mit kohligen Pflanzenstückchen bedeckt.

Sie zeigen auch hier ganz dieselben Lagerungsverhältnisse. (Fallen mit 10° gegen Südwesten.) Einzelne Bänke sind sehr grobkörnig und enthalten selbst faustgrosse Rollsteine. In den Blöcken im Bache, welche von oben her gebracht werden, finden sich dreierlei Kalke: 1. Crinoiden-Bryozoenkalke, die ganz und gar übereinstimmen mit den im Isker-Defilé, zwischen Ljutibrod und Čerepis, auftretenden Bildungen; 2. Caprotinenkalk, wie wir ihn vor Ljutidol angetroffen hatten und 3. Inoceramenkalk. Dieser letztere ist fast dicht, von dunkler, grauer Farbe, fest, und umschliesst auch einige Seeigel (*Ananchytes* spec.). Diese letztere Bildung stellt das Vorkommen der Inoceramen-Ananchytenkreide, welche ich zwischen Ljuti-

brod und Čelopeč, am linken Ufer des Isker nachweisen konnte (LXXVII. Bd. d. Sitzb. 1878, S. 36 d. Sep.-Abdr. ff.), auch am rechten Ufer des Flusses ausser Frage. Auch die Kieselausscheidungen (Feuersteinknollen) fehlen nicht.

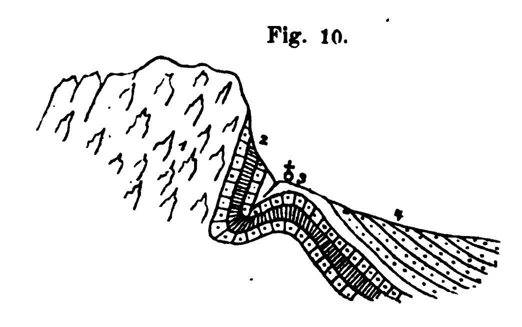
Das anstehende Gestein am Bache bleiben fort und fort die flachliegenden, oft sehr dünnplattigen Sandsteine. Das Wasser hat sich förmliche Canäle in die mürben Gesteine eingegraben. (Fig. 9.)

Diese Sandsteine halten an bis in die Nähe von Ljutibrod. Auffallend ist der scharfe Bruch zwischen den, die herrlichsten Kalkmauern bildenden Caprotinenkalken und den an dieselben gegen Nordost sich anlehnenden Bryozoen- und Orbitoidenschichten, mit ihren fast vertical stehenden, zum Theile — wo weichere Zwischenmittel vorhanden sind — mauerartig vorragenden Bänken einerseits, und den darüber liegenden in geringer Entfernung fast vollkommen ungestört erscheinenden Kreidesandsteinen.

Fig. 9.

Bachbett im Kreidesandstein vor Ljutibrod.

Fig. 10.



1. Caprotinenkalk (Neocom).
2. Orbitolinensandstein (Ober Neocom oder Aptien).
3. Inoceramen-Aranchyten-Kreide.
4. Kreidesandstein.

Ideal-Profil bei Ljutibrod-Čelopeč.

(Man vergl. auch Fig. 21 dieses Berichtes.)

Unmittelbar vor Ljutibrod stehen Orbitolinen, Bryozoen, Cidariten, Pentacriniten, Rhynchonellen und Ostreen führende, feste Kalksandsteine an, welche auf das Vollkommenste mit den Orbitolinenschichten von Vraca übereinstimmen. Neben der kleinen *Orbitolina lenticularis* kommt auch die grössere *Orbitolina concava* vor. Die *Ostrea vracaensis* (l. c. S. 29 des Separat-Abdruckes, Taf. VIII, Fig. 2) findet sich in vielen Schalenbruchstücken.

Ein im Isker-Defilé gegen Čerepis hin aufgefundenes Gesteinsstück, welches aus der Bryozoenschichte stammen dürfte (l. c. S. 43 u. 45 d. Sep.-Abdr.), ist vor allem aus dem Grunde interessant, weil in demselben neben den zahlreichen Bryozoen-, Serpulen- und Cidaritenstacheln, auch eine Anzahl von jenen röhrigen, cylindrigen Körpern vorkommen, welche ich seinerzeit bei Pirot, an der Temska, grosse Felsmassen zusammensetzend angetroffen habe.

Es sind dies jene Körperchen, von welchen Herr Prof. Dr. K. A. Zittel, in seinen Studien über fossile Spongien — (3. Abth., Abh. d. k. bayer. Ak. d. W. II. Cl., XIII. Bd., II. Abth. 1878, S. 115) — unter Anderem sagt, dass sie in ihrer Erscheinung am meisten an die Gyroporellen der Trias erinnern, jedoch wie er vermuthe, „zu den Leuconen gehören" dürften. In einem Schreiben neueren Datums theilt mir Herr Prof. Zittel mit, dass er keine Spongiennadeln in der Wand erkennen könne, und nicht in der Lage sei, die Structur mit irgend einer anderen Gruppe des Thier- oder Pflanzenreiches zu vergleichen. Ich werde bei einer anderen Gelegenheit auf diese eigengearteten Gebilde eingehender zurückkommen. Auch Herr Prof. Gümbel, dem ich gleichfalls eine Meinungsäusserung über diese Fossilien verdanke, spricht sich dahin aus, dass sie zu den Spongien gehören dürften. — Dieselben wurden von mir übrigens noch an einer dritten Localität, zwischen Oreše und Belince (nördlich von Jablanica) mit Orbitolinen zusammen angetroffen, so dass über ihr geologisches Alter kein Zweifel bestehen kann.

8. Von Kloster Čerepis über Ignatica und den Rzana Vrh, nach Osenovlak, und über Ogoja und Logorsko nach Sofia.

Während die Baulichkeiten des Klosters in den Schluchten und auf den Riffen des Caprotinenkalkes errichtet sind, kommt man unmittelbar oberhalb des Klosters sofort auf rothen Sandstein mit grobkörnigen Conglomeratbänken (*R. S.* in Fig. 11), welche von den Kalken (*C. K.*) direct überlagert werden. Unter den rothen Sandsteinen treten braunroth gefärbte Eruptivgesteine mit Porphyrstructur auf (*M.*), welche vollkommen übereinstimmen mit jenen von Zoronino, welche Niedzwiedzki (LXXIX. Bd. d. Sitzb. 1879, S. 23 d. Sep.-Abdr.) als Melaphyr beschrieben hat.

Fig. 11.

Zwischen Čerepis und Ignatica.

Sodann folgen vor Ignatica grüne Schiefer (*P. S.*) mit Quarziteinlagerungen. Diese Schiefer (paläozoisch) streichen hora 10 und fallen nach 0 mit 60°. Den Abhang gegen Ignatica hinab, das in einem tief in Grünstein eingerissenen Thale liegt, setzt ein stark verändertes Eruptivgestein zusammen. Im Thale steht dagegen ein graugrün gefärbtes, ziemlich frisch erhaltenes Gestein an, welches mit dem Diabas (als Var. *a* von Niedzwiedzki l. c. S. 24 beschrieben) übereinstimmen dürfte, der hinter Zoronino den kleinen Katarakt des Isker bildet.

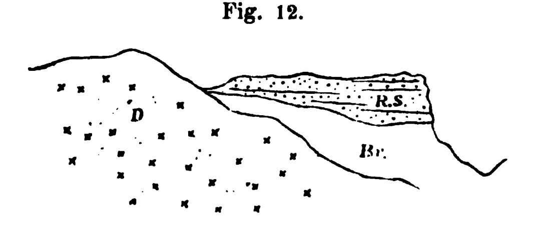
Von hier ging es hinauf zum Rzana Vrh. Schon bei den letzten obersten Häusern von Ignatica steht ein graues, mittelkörniges Mauergestein an, welches aus grauweissem Feldspath und grünlichem Amphibol besteht und nur recht sparsame Biotitblättchen enthält und überraschend ähnlich ist dem Hauptgestein am Nordabhange des Berkovica-Balkan. Es wird als Diorit zu bezeichnen sein, ist sehr fest und wird von dunklen Gangzügen durchsetzt. Bald herrschen diese letzteren wieder vor, um bei dem Beginne des Steilanstieges den Dioriten Platz zu machen.

Von der ersten Höhe, die man erreicht, hat man eine herrliche Umschau. Einerseits nach Süden und Südwest bis zum Rilo, gegen Nordwest aber bilden die mauerartigen Abhänge der Suva Planina bei Vraca („Vracanski-Balkan") und die im Nordosten daran lagernden Kreideschichten das interessanteste Object. Die letzteren zeigen in schönster concordanter Übereinanderlagerung nördliches, respective nordöstliches Einfallen. Nach der ersten Vorhöhe treten wieder Quarzite und blauschwarze Sandsteinschiefer der Carbonformation auf, ohne aber eine grössere Ausdehnung zu erlangen. Sie sind steil aufgerichtet und fallen nach Süd ein.

Der ganze grosse Stock des Rzana-Vrh besteht aus den syenitisch-dioritischen Massengesteinen. Es bildet ein kleines Massiv mit weiten, sanft undulirten und zum Theile mit recht saftigen Matten bedeckten muldigen Hochflächen und mit Blöcken übersäten Höhenzügen.

Auf dem Wege von der Höhe hinab gegen Osenovlak kamen wir zuerst, etwas zu weit gegen West gehend, in ein kleines Thal, das zur Gavronica gehören dürfte, und passirten beim Abstieg dunkle Breccien, die auf dem Diorit lagern und mit rothen Sandsteinen bedeckt sind, welch' letztere in förmlichen Tafeln darauf liegen, Tafeln, welche durch die erodirende Gewalt der Atmosphärilien vielfach zerstört und abgetragen wurden. (Fig. 12.)

Fig. 12.



Über dem rothen Sandsteine liegen weiterhin Bänke von mergeligen und dolomitischen Kalken.

Die Sandsteine sind hier sehr feinkörnig, dünnplattig, blutroth gefärbt und zeigen Wellenspuren („Ripple marks"). Sie enthalten Zwischenlagen von ganz besonders dünnplattigen Mergeln und werden zunächst von Wellenkalken und weiterhin von löcherigen, etwas krystallinisch-körnigen, grauen Kalken überlagert. Die letzteren enthalten Unmassen von Crinoidenstielgliedern und zwar *Entrochus* cfr., *Silesiacus* Beyr., wie ich sie bei Belogradčik gefunden habe. Die Gesteinsbeschaffenheit erinnert an den

löcherigen Kalk südlich von der Passhöhe über den Berkovica-Balkan, der dort ebenfalls im Hangenden der Wellenkalke auftritt.

Beim Abstieg nach Osenovlak — wir mussten erst den Vrhov einen nach Südwest sich erstreckenden Vorberg der Rzana-Vrh umgehen — trifft man die Schichten in folgender Übereinanderlagerung:

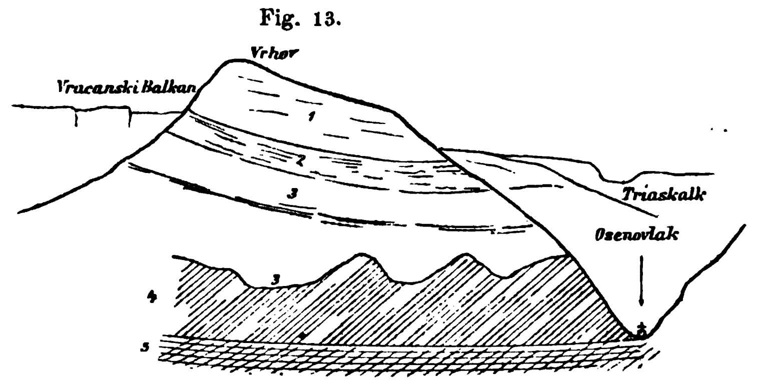
zu oberst: 1. „Muschelkalk“ mit Entrochiten, hohe Kalkmauern bildend,

darunter: 2. Wellenkalke mit kleinen Zweigschalern,
3. rothen Sandstein, unter den Kalken, im Thale riffartig aufragende Felsen bildend,
4. dunkle Grünsteine (Diabas-Tuffe?) und unter diesen endlich
5. grüne, sehr feinkörnige Schiefer und dunkelgraugrüne, schieferige Sandsteine (Carbon?).

Es ist dies eine Übereinanderfolge der Schichten, wie ich sie ganz analog seinerzeit im Isker-Defilé, z. B. bei Obletnja (l. c. LXXVII. Bd. d. Sitzber., S. 50 d. Sep.-Abdr.) angetroffen habe.

Von Osenovlak ging es am linken Ufer des Baches steil hinauf, zuerst über grünliche Schiefer, dann über die rothen schieferigen Sandsteine. Die ersteren glänzen lebhaft, und zeigen die zarte Druckfältelung (Cleavage); sie sind frisch blaugrau.

Fig. 13.



Das Profil am Vrhov-Berge bei Osenovlak.

Der rothe Sandstein hält am linken Ufer nicht lange an; man kommt bald wieder auf die Schiefer, welche dann bis zur Sattelhöhe anhalten und auch nach Süden hin das herrschende Gestein bilden. Der Rücken zwischen Osenovlak im Norden und Ogoja im Süden, wurde mir unter den Namen Leskovo bezeichnet. (Von Leska-Schiefer). Es sind die typischen Carbonschiefer. Ihr Streichen am Südgehänge des Leskovo-Rückens ist von Nordwest nach Südost gerichtet, ihr Einfallen erfolgt steil nach Nordost. Der Gebirgsrücken verläuft etwas nördlicher als die auf der Generalstabskarte verzeichnete „Lakatnik planina“, welch' letzterer Name kaum einem so ausgedehnten Bergzuge zukommt, sondern, wie dies dort zu Lande gebräuchlich ist, für einen Bergrücken, nahe an dem Orte gleichen Namens, gegeben wurde.

Man gelangt von dem Rücken in einen kleinen, landschaftlich überaus reizenden, parkartigen Thalkessel, der nach Süden hin, durch eine überaus wild geklüftete Thalenge, mit dem westöstlich verlaufenden Hauptthale zusammenhängt.

Im oberen Theile dieses Querthales kommt man unter den Schiefern auf dunkle, ziemlich grobkörnige Quarzsandsteine mit vielen Glimmerschüppchen. Die Thalenge wird durch graue und weissaderige, überaus feste Quarzite gebildet, welche an beiden Thalseiten, in der Form von spitzen Palissaden aufragen, wodurch eine sehr bizarre Scenerie hervorgerufen wird, welche auf das Vollkommenste mit jenen Stellen im Isker-Durchbruche übereinstimmt, welche ich einerseits vor der Einmündung des Isker (zwischen Cerovo und Svodje), anderseits aber weiter aufwärts, zwischen Rebrova und Ronča, beschrieben habe. Es erscheint mir nicht unmöglich, dass der erstere Quarzitzug am Isker, mit dem an der Enge unseres, nach Ogoja führenden Thalweges in directer Übereinstimmung stehen könnte. Diese Quarzite haben eine ziemliche Mächtigkeit und bilden ausgedehnte Blockhalden an den Bergabhängen. Nachdem dieselben passirt sind, kommt man wieder auf die plattigen Carbonschiefer und haben dieselben an dieser Stelle ganz das Aussehen des, die Culmpflanzen umschliessenden, sandigen Schiefers bei Sveti Petko (unweit Svodje) an der Mündung des Iskrec in den Isker. Leider konnte ich die pflanzenführende Schichte hier nicht sicher constatiren — doch zweifle ich nicht, dass sie an dieser Stelle gefunden werden wird. Ich fand nur eine einzige Platte, auf welcher ein längsgeripptes Fossil liegt, das an ein Calamiten-Bruchstück erinnert.

Das geschilderte Querthal verläuft von Nordnordost nach Südsüdwest und mündet unter fast rechtem Winkel in das Thal von Ogoja aus. Dieses letztere verläuft der Hauptsache nach im Streichen der Schiefer und erscheint als ein in die Länge gestrecktes kleines Thalbecken, mit enger, wieder rechtwinklig auf seine Längserstreckung stehender Ausmündung, bei dem am unteren (westlichen) Ende gelegenen grossen und wohlhabenden Dorfe Ogoja. (Grosser Viehreichthum.) Die Weitung beginnt im Osten, bei der Einmündung des von uns bereisten Querthales, wenigstens erscheint von hier aus das Becken bis auf eine enge Cañon-artige Thalschlucht, die von Osten her einmündet, rings abgeschlossen. Die linke Thalseite wird von ganz kolossalen Lehm- und Schuttmassen bedeckt, in welche tiefe Regenschluchten eingerissen sind. Das Thal gewährt mit seinen rothbraunen, kahlen Schuttgehängen einen wenig freundlichen Eindruck, umsomehr, wenn man gerade aus dem lieblichen Waldthale herauskommt.

In dem ableitenden Querrisse der Ogojska Rjeka zeigen die Schichtenstellungen mehrfache Störungen. Zuerst streichen sie fast nordsüdlich bei westlichem Einfallen (mit 45°), eine kurze Strecke weiter aber fallen sie rechts mit 20—30° und links mit circa 50° gegen Südwest.

Auch hier sind es dünnplattige, dunkelblauschwarze, beim Verwittern sich braun umfärbende Schiefer. Fast vollkommen ebenflächig, zeigen sie überall die zarte Cleavage-Streifung und Fältelung. Allenthalben sind sie mit grossen Massen braungefärbten Schieferschuttes bedeckt.

Durch ein enges Thalthor, in festeren blauschwarzen Schiefern, tritt man hinaus in das enge, aber ausgezeichnete Längenthal der Batuliška Rjeka.

Über den steilen Abhang am linken Ufer ging es hinauf zur Höhe und über den waldbedeckten Rücken hinab in eine tiefe waldige Schlucht, die von der Jablanica Rjeka durchflossen ist. Die Schiefer sind hier streckenweise etwas mergelig und zerfallen in griffelähnliche Bruchstücke, ganz ähnlich so, wie ich das seinerzeit bei Ronča beobachten konnte. Das Streichen des Schiefers beim Abstiege ist fast genau westöstlich, bei südlichem Einfallen, also ganz analog wie am Isker. Durch ein vielgewundenes, tief eingeschnittenes Seitenthal zieht sich nun der Weg, zum letzten Wasserscheiderücken vor der Ebene von Sofia, hinan. Die thalbildenden Kräfte sind hier überall in voller Thätigkeit, überall liegt das Grundgebirge zu Tage und alle die engen Thalzüge zeigen, dass sie in der Zeit gebildet wurden, nach den letzten gebirgsbildenden Vorgängen. Immer noch herrschen die paläozoischen Schiefer, doch fallen sie hier am Nordhange des letzten Rückens vorübergehend nach Norden ein.

Das ganze Schiefergebirge, das hier (zwischen Osenovlak und der Batuliška) eine so weite Entwicklung erreicht, ist ein prädestinirtes Waldland. Und man kann nicht energisch genug von Seite der bulgarischen Regierung darauf dringen, dass man auf dem Gebirge den Wald werden lasse, d. h. dass man der, allen Waldwuchs schädigenden Ziegenzucht Einhalt gebiete. Dichter Krüppelwald bedeckt alle Hänge. Eschen und Buchen herrschen vor. Alle Pflanzen sind aber allenthalben nur so hoch gewachsen, als es die Ziegen gestatten; man glaubt in einer Krummholzregion zu sein.

Bald nachdem man die Höhe erreicht hat, haben auch die Schiefer ihr Ende erreicht. Zuletzt zeigen dieselben einmal südliches, dann nördliches und wieder südliches Einfallen. So dass die Faltung der südlichen Schieferpartie sich auf das Deutlichste constatiren lässt. Nach der südlichen Grenze stellt sich noch einmal ein schwarzer, weissaderiger Quarzit ein — dem südlichen Quarzitzuge im Isker-Defilé entsprechend — dann aber kommt man auf dem vielfach zerrissenen Plateau, nachdem man die Schichtenköpfe der erwähnten Antiklinalen passirt hat, auf die rothen Sandsteine und Conglomerate, mit denen rothe, sandige Mergel abwechseln. Ihr Einfallen ist nach Süd und nach Südsüdosten gerichtet. Wie verbrannt sieht das kahle Sandsteingebiet aus, gegenüber dem waldigen Schieferlande. Die rothen Sandsteine bilden auch hier den Rand des Beckens von Sofia.

Bringt man die drei Durchschnitte: erstens jenen am Isker, den im Vorhergehenden geschilderten und endlich den weiter oben, auf der Route 6 kennen gelernten, mit einander in Vergleich, so ergibt sich die Annahme eines, dieses weite Gebiet einnehmenden Schiefergebirges ganz von selbst. Während jedoch Eruptivgesteine im nördlichen Theile des Isker-Durchbruches sicher nachgewiesen werden

konnten, fehlten dieselben im südlichen Theile vollkommen; ähnlich so verhält es sich auch mit dem zweiten Durchschnitte, wo die grosse Dioritmasse des Rzana Vrh mit den Schiefern wenigstens im östlichen Theile in einer Art von Verbindung stehen. Auf dem dritten Wege aber konnte das Auftreten von Eruptivgesteinen in mehreren zum Theile recht ausgedehnten Massen nachgewiesen werden. Es wäre daher nicht nur nicht unmöglich, sondern es erscheint sogar sehr wahrscheinlich, dass in dem Gebiete östlich von der Linie Osenovlak-Lokorsko Eruptivmassen auftreten dürften. Ich glaube die Vermuthung aussprechen zu sollen, dass in dem Rücken des Etropol-Balkan, dioritisch-syenitische Eruptivmassen eine Rolle spielen dürften.

Es wird sich dies auf einer unschwer auszuführenden Route, von Sofia über Jablanica oder Potop direct nach Orhanie, nachweisen lassen, zu welchem Nachweise mein Reisebegleiter, Herr Zlatarski, gewiss leicht Gelegenheit haben wird. Einstweilen bleibt es eine offene Frage.

Lokorsko liegt auf den sandig mergeligen, jung tertiären und diluvialen Bildungen, welche den nördlichen Rand des Beckens begleiten.

9. Von Sofia über Mirkovo und Čelopeč nach Etropol.

Die Verhältnisse auf der Strecke Sofia bis zur Strassentheilung vor Dolni Komarci wurden im Vorhergehenden schon geschildert. Am Südwestrande des kleinen Beckens von Komarci, tritt unter den rothen Sandsteinen und sandigen (Carbon-) Schiefern schieferiger Plagioklasgneiss auf; derselbe besteht vorwaltend aus lichtem, grossblätterigem, lebhaft glänzendem Glimmer, aus weissem hie und da feine Zwillingsstreifung zeigendem Plagioklas und aus grauem Quarz. Diese Gneissgesteine halten weit nach Osten hin an. Hin und wieder treten Einschaltungen von Amphibolschiefern auf oder werden die Quarzausscheidungen häufiger, so dass dann Quarzschnüre, Quarzlinsen und Quarzlagen auftreten.

Der ganze Rücken zwischen Dolni-Komarci und Mirkovo besteht daraus. Die Lagerungsverhältnisse wechseln. Beim Anstieg fallen die Gneissschichten nach Norden, auf der waldbedeckten Höhe der Pribovica und am östlichen Steilhang fallen sie bei westöstlichem Streichen steil nach Süden ein.

Von der Höhe geniesst man gegen Südost einen schönen Anblick von der Sredna gora, einem stattlichen Waldgebirge.

Die Karte lässt hier Einiges zu wünschen übrig. Nach etwa dreistündiger Fahrt erreichten wir das Thal unterhalb des grossen Dorfes Bunovo. Der Han an der Strasse wurde uns als zu Bunovo gehörig bezeichnet. Zehn Minuten weiter kommt man an einem zweiten Strassenhan vorbei. Die Strasse hält sich im Thale und verläuft fast schnurgerade gegen Südost und Ostsüdost. Zur Linken (im Norden) erheben sich niedere sanft ansteigende Rücken, zur Rechten (im Süden) dehnt sich ein Waldgebirge, die Ausläufer des Sredna-Gora, aus. Mirkovo bleibt weit links liegen. Die Mirkovo-Rjeka kommt an dem Dorfe gleichen Namens vorbei und bringt eine Unmasse von Gesteinschutt und zwar Rollsteine von ziemlich ansehnlicher Grösse mit sich. Neben Sandsteinen spielen auch Kalke eine besonders wichtige Rolle. Einen herrlichen Anblick gewährt von der Mirkovsko-Rjeka aus das Engthal, durch welches die Topolnica zwischen der Kukuljevica-Planina und der Sredna-Gora hindurch nach Süden abfliesst. Die Entfernung zwischen Mirkovo und Čelopeč ist weit grösser als auf der Karte angegeben ist, Čelopeč liegt ganz nahe bei dem ehemaligen Klisekiöj (jetzt total zerstört) und dieses wieder näher an Zlatica. Der Ort Kirlisa auf der Generalstabskarte ist fictiv. Bunovo liegt etwas weiter westlich, als auf der Karte angegeben (nur etwa 2 Klm.), Mirkovo rückt gleichfalls nach Westen an den Bach gleichen Namens, Čelopeč aber rückt an den Bach, der bei dem fictiven Kirlisa angegeben ist.

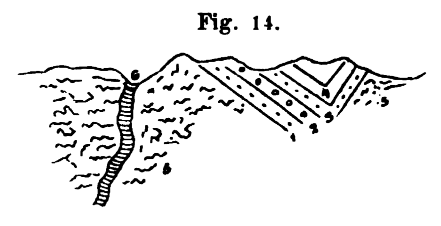
Das Vorkommen von Kalkblöcken im Bachbette der Mirkovska-Rjeka ist sehr auffallend; da wir, weder ich auf der Tour über den Baba-Konak-Pass, noch Boué auf seinem Wege über Strigl zur Passhöhe, noch ich bei dem im Folgenden zu schildernden Übergange, Kalke am Südabhange des Balkan angetroffen haben. Es scheint sonach, dass zwischen den zwei zuletzt bezeichneten Routen, über den rothen Sandstein eine Kalksteinscholle (aller Wahrscheinlichkeit nach Triaskalke) auflagert.

Nach Überschreiten der Mirkovska zieht sich die Fahrstrasse über den Gneissrücken hinüber. Von hier liegt nur ein grobkörniger, lichter Gneiss vor, der aus Quarz, weissem Feldspath und weissem, lebhaft glänzendem Glimmer, zu gleichen Theilen besteht. Der Feldspath zeigt deutlich Zwillingsstreifung. Einzelne Feldspathstücke erreichen bedeutende Grösse.

Čelopeč liegt unmittelbar am Rande des hier am Südabfalle völlig kahlen Gebirges, am Ausgange eines engen Thales, durch welches ein wenig benützter Weg gegen Etropol hinüberführen soll. Ein Hornblende-Feldspathgestein mit porphyrartiger Structur ist hier anstehend, welches wohl am besten als ein grauer Quarz-Amphibol-Andesit bezeichnet werden könnte. Weisser Feldspath, nur hie und da Zwillingsstreifung zeigend, liegt in Krystallen neben dunkelgrünem Amphibol, der säulenförmig entwickelt ist. Aber auch Glimmerblättchen kommen hin und wieder vor. Die Krystalle liegen in einer grauweissen, feinkörnigen Grundmasse eingebettet. Ich halte das Gestein für nahe stehend dem am Nordabhange des Viloš anstehenden, dort sehr dunklen Quarz-Amphibol-Andesit (Niedzwiedzki l. c. S. 36, d. Sep.-Abdr.).

Am Eingange in die Thalenge nördlich von Čelopeč ist das Gestein sehr zersetzt und trägt eine Sandsteinscholle. Und zwar liegt unmittelbar über dem Eruptivgestein ein grauer, glimmeriger Quarzsandstein. Derselbe streicht von Nordost nach Südwest und fällt flach gegen Südost ein. Darüber folgt eine Breccienlage mit vielen Eruptivgesteinsbrocken, dann nochmals eine Lage des weissglimmerigen Sandsteins und endlich Bänke des rothen Sandsteins. Im Andesit treten weiter rückwärts im Thale Gangmassen auf, welche überaus reich sind an Eisenkies-Einsprenglingen. Das Zweifach-Schwefeleisen ist in vollster Vitriolisirung begriffen und sind in Folge dessen die Gesteine weithin zersetzt und verschieden grell gefärbt. Das Wasser schmeckt hier ganz tintenartig. Der Feldspath ist kaolinisirt.

Fig. 14.



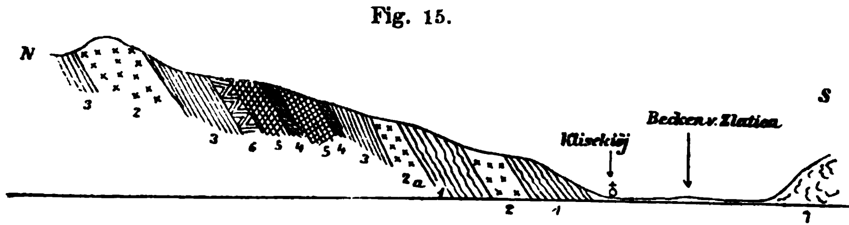
1. u. 3. Grauer glimmerreicher Sandstein.
2. Breccie.
4. Rother Sandstein.
5. Eruptivgestein.
6. Kiesführendes Ganggestein.

Profil bei Čelopeč.

Mit dem Vitriolisirungsprocesse geht auch Ockerbildung Hand in Hand. Der rothe Eisenocker wird gesammelt und als Anstrichfarbe benützt.

Bei Klisekiöi gewinnen die Leute eine weisse Anstrichfarbe aus den kaolinisirten Feldspathgesteinen. Im Bachbette von Klisekiöi finden sich fast nur weissglimmeriger Gneissglimmerschiefer, welche am Eingange in die Enge, bei den Dorfruinen, auch die Berge zusammensetzen. Der Feldspath tritt hier mehr zurück und Quarz wird neben dem weissen Glimmer herrschend.

Fig. 15.



Profil des Südabhanges des Balkan bei Zlatica.

1. Glimmerschiefer.
2. Eruptivgestein (Quarz-Amphibol-Andesit, 2 a mit schön grün gefärbter Grundmasse)
3. Thonschiefer.
4. Quarzitzüge im Thonschiefer.
5. Grünschiefer.
6. Amphibolreiches Gestein (Eruptiv?).
7. Die krystallinischen Gesteine der südlichen Masse.

Bald kommt man auf eine erste Eruptivmasse, einen Gang von demselben Quarz-Amphibol-Andesit, wie er bei Čelopeč ansteht; ein sehr festes Gestein. Dann folgen, eine grössere Strecke weiter, wieder krystallinische und halbkrystallinische Schiefer von verschiedenartiger Ausbildung, und zwar zuerst Gneissglimmerschiefer, dann grüne Schiefer (Chlorit-Quarzitschiefer) mit Quarziteinlagerungen, weiters ein echter Amphibolschiefer und dunkle Thonschiefer. Alle diese Schiefergesteine erscheinen concordant über einander liegend. Sie streichen von Ostnordost nach Westsüdwest und fallen gegen Süden ein. Also gegen das krystallinische Massiv des Südens.

Die dunklen Thonschiefer sind theilweise seidenglänzend und dann ganz vom Aussehen der paläozoischen Schiefer im Westen. In ihnen treten zwei weitere, grössere Eruptivmassen auf. Sie enthalten aber auch Quarziteinlagerungen und halten weithin an bis zur Passhöhe, wo sehr dünngeschichtete, silberglänzende Schiefer anstehen, welche den grauen Semmeringschiefern („Silberschiefer") überaus ähnlich sind. Kurz bevor man die Sattelhöhe erreicht, haben sie eine Strecke weit eine grellrothe Färbung. Hier liegen auch rothe Conglomerate herum und, was das Auffallendste ist, auch lichtgraue, überaus dünnplattige, auf den Schnittflächen glimmerige Kalke von vollkommen dichtem Aussehen. Anstehend konnten hier weder die rothen Conglomerate, noch die grauen Kalke angetroffen werden. Schollen dieser Bildungen, auf deren Existenz schon an der Mirkovska-Rjeka nothwendigerweise geschlossen werden musste, haben offenbar das Material zu diesen Findlingen geliefert.

Ich halte den Schiefercomplex für Paläozoisch — (für die näher der Passhöhe gelegenen Schiefer besteht diese Annahme zweifellos zu Recht) — und fasse ihn als eine östliche Fortsetzung der zum Theile sicher carbonen Schiefer auf. Dass die Glimmerschiefer auch noch dazu gehören, wage ich freilich nicht zu behaupten. Das Gebirge ist hauptsächlich im Schieferterrain bewaldet. (Rothbuche bildet relativ schöne Bestände.) Der Nordabhang ist dichter bewaldet, als das südliche Gehänge des Gebirges. Dasselbe hat ganz den Charakter des alpinen Schiefergebirges in der „Grauwackenzone".

Die Schiefer halten ein gutes Stück hinab an und sind die Abhänge in ihrem Gebiete sanfter als in dem nun folgenden Theile des Thalzuges des Mali-Isker-Quellbaches.

Bei der Ruine eines ehemaligen Wachhauses beginnen Stöcke von Eruptivgesteinen aufzutreten, welche hie und da Kupferkies enthalten. Nach wenigen Minuten tritt man jedoch in eine Thalenge ein. Diese wird gebildet von einem mittelkörnigen, granitischen Gesteine, welches wie seine makroskopischen Untersuchung ergibt, ein grauliches, gleichmässiges Gemenge von lichtröthlichem Orthoklas, grauem Quarz, schwarzem Amphibol und Biotit vorstellt, so dass man es als einen quarzreichen und, wie es scheint, oligoklasfreien Syenit bezeichnen könnte.[1] Die Orthoklaskrystalle erreichen oft ansehnliche Grössen, so dass dadurch ein porphyrartiges Aussehen bedingt wird.

Der in Bezug auf die überaus grosse, landschaftliche Schönheit der Gegend reizende, sonst aber nicht gerade beschwerdenlose Reitsteig, ist auf weite Strecken förmlich mit grossen Syenitblöcken gepflastert, welche unseren armen Gäulen arg zusetzten.

Die Scenerie in den Syenitengen ist die in diesen Gesteinen gewöhnliche: Bizarre Formen, pfeilerartig aufragende Zacken der mauerartig begrenzten Thalengen, ungeheure Blockhalden, förmliche Blockmeere an den sanfteren Gehängen; dazu das frische Waldesgrün und der wasserreiche Bach, geben dem Quellthale des Mali-Isker und so auch weithin dem ganzen Gebiete einen überaus wildromantischen Anstrich. Bald am rechten, bald am linken Ufer des Baches führt der Steig hinab.

Der quarzreiche Orthoklas-Syenit steht im innigen Verbande mit einer anderen Varietät, welche zweierlei Feldspath, und zwar sehr vielen plagioklastischen (zwillingsstreifigen) Feldspath enthält, und durch Ungleichheit des Kornes auffällt. Der Quarz tritt zum Theile in der Form von, wie abgerundet aussehenden, grösseren Körnern auf, Hornblende tritt etwas zurück, Biotit ist in förmlichen Säulchen eingeschlossen. Auch dieses Gestein möchte ich noch als Syenit bezeichnen.

Diese zweite Varietät wird bald die herrschende, und hält auch noch über die erste Thalweitung nach jenem Engpasse hinaus an, aber nicht, ohne dass die glimmer-orthoklasreichere erste Varietät wiederholt auftreten würde. Aber auch hornblendefreie Gesteine der Granitfamilie, mit Gangzügen, stellen sich in der Thalweitung ein. Diesen letzteren, mit grünlichen (chloritischen) Einschlüssen, und den Syenitgranit, der bald wieder auftritt, durchsetzen an einigen Stellen scharf begrenzte, dunkelgraugrün gefärbte Ganggesteine. Dieselben zeigen eine sehr feinkörnige Grundmasse von dunkelgraugrüner Färbung, in welcher graue, tafelförmige Feldspath- und dunkelgrüne Amphibolkrystalle eingebettet liegen. Das Gestein wird sich am besten als

[1] Näheres wird wohl die eingehendere Untersuchung ergeben. Herr Dr. Friedrich Berwerth hat die Bearbeitung der auf meiner zweiten Reise gesammelten krystallinischen Gesteine freundlichst übernommen.

Melaphyr bezeichnen lassen. Freilich könnten es auch Amphibol-Andesite sein, wie solche nach Niedzwiedzki's Bestimmung, in ganz ähnlicher Weise in dem Diorit des Berkovica-Balkan als Gangmassen auftreten. Einer dieser Gänge umschliesst in kleinen Zügen Kupferkies, welcher in der Nähe des Ganges auch im Granit auftritt. — In der Nähe der Einmündung des grossen Seitenthales am linken Ufer, kurz vor der letzten Verengung des Thales vor Etropol, liegt ein gelber Quarzsandstein auf glimmerarmem, kiesführendem Granit. Das erste Anzeichen einer sich vollziehenden Änderung, des Auftretens sedimentärer Bildungen. Die erwähnte letzte Einengung ist von kurzer Dauer. Man tritt nun aus dem romantischen Waldthale in die Thalweitung von Etropol.

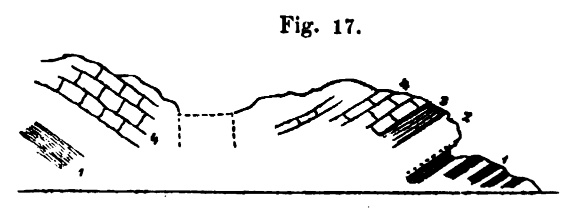
Kurz bevor man Etropol erreicht, am Ende der letzten Enge, kommt man an eine mächtige Kalksteinscholle, welche über glimmerigen, mehr oder weniger schieferigen Sandsteinen von dunkler Färbung auflagern, wie man beim türkischen Friedhofe, oberhalb des Städtchens, am linken Ufer des Flusses, am besten ersehen kann. (Fig. 16.)

Fig. 16.

Vor Etropol.

1. Schieferiger Sandstein (mittl. Dogger).
2. Festere kalkige Sandsteinbank.
3. Grauer, feinkörniger Kalk (Oxford).

Fig. 17.



Bei Etropol.

1. Sandig mergelige Gesteine.
2. Quarzit.
3. Mergel mit Quarzit.
4. Grauer Kalk.

Hier liegen zu unterst die dunklen Sandsteine, darüber eine festere kalkige Sandsteinbank und darüber wieder Sandsteine von ganz gleicher Beschaffenheit. Die schuttbedeckten Hänge sind bewaldet und darüber erheben sich, mit steil abstürzenden Wänden, dunkelgraue, feinkörnige Kalke, welche in Bänke gelagert und vielfach zerklüftet sind, und an verwitterten Flächen licht grauweiss erscheinen. Diese Kalke konnten ihrem Alter nach genauer bestimmt werden. Vielleicht werden sich die Stuhlberge beim Ginci Han (Route Berkovica-Sofia) noch als gleichalterig ergeben.

In den sandig-schieferigen Liegendschichten fanden sich Belemniten und zwar schlanke Formen mit canallosem Rostrum und etwas elliptischem Querschnitte, ausserdem mehrere Formen von *Pecten*, und zwar eine glatte und eine gerippte Form, und ein *Pentacrinus*.

In der festen Bank fanden sich nur kleine Bivalven *(Pecten, Avicula, Lima)*. In dem Hangendkalke wurden an dieser Stelle keinerlei Fossilreste aufgefunden.

Der Fluss zieht sich bei Etropol, an dem Steilabsturze, am linken Ufer hin, wo eine schöne Schichtenübereinanderfolge zu beobachten ist. Über sandig-mergeligen Schiefern mit härteren Bänken lagert eine etwa 6 Meter mächtige Masse von Quarzit (wohl aus Quarzsandsteinen entstanden), darauf folgt sandiger Mergel mit dünnen Quarziteinlagerungen und darüber wieder der graue, feinkörnige Kalk. (Fig. 17.)

In den unteren schieferig-mergeligen Sandsteinen fanden sich auch hier nur kleine Bivalven, vor Allem häufig scheint eine *Avicula* (ähnlich der *Avicula Münsteri*) zu sein.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass mit den Kalken, welche bei Etropol über dem Sandsteinschiefer anstehen, jene „dichten und dunkelschwarzgrauen Kalksteine" gemeint sind, von welchen Boué (Min.-geol. Detail etc. LXI. Bd. d. Sitzb. S. 77 d. Sep.-Abdr.) erwähnt, dass man sie antrifft, wenn man von der Strigl-Planina gegen Etropol hinabsteigt. Auf der Generalstabskarte ist der bei Etropol einmündende Bach als Suhar-Rjeka bezeichnet, während Boué ausdrücklich sagt, dass die Sua-Rjeka oberhalb des Kalkstein-defilé einmündet, was ich für das Richtige erkannte. Boué's „grauwackenartige Schiefer" dürften in Übereinstimmung stehen mit den, wie wir sofort sehen werden, aller Wahrcheinlichkeit nach dem Dogger entsprechenden *Pecten-Avicula*-Schiefern von Etropol.

10. Von Etropol über Pravec und Osikovo nach Jablanica.

Das Thal des Mali-Isker ist breit. Es verläuft längs einer Formationsgrenze: während nämlich am rechten (östlichen) Gehänge offenbar die krystallinischen Gesteine noch anhalten und sich weiter ostwärts hin erstrecken, wird die linke (westliche) Thalseite, eine Strecke weit, von den mit Kalkbänken gekrönten sandigen Schiefern gebildet. Aber auch gegen Nordost hinschauend, bemerkt man hübsch profilirte Kalkberge, offenbar die Fortsetzung der gegen WSW. sich hinziehenden Kalksteinscholle am linken Ufer.

Am linken Gehänge sind die Lagerungsverhältnisse ganz ähnlich wie bei und oberhalb Etropol: zu unterst die sandig mergeligen Schiefergesteine mit Belemniten. Hier fand sich auch eine sicher canaliculate Form in Durchschnitten, neben Bruchstücken mit schön elliptischem Querschnitte, welch' letztere als *Belemnites* cf. *giganteus* gedeutet werden dürften. (Man vergl. Taf. II, Fig. 3.) Auch ein schlecht erhaltener Abdruck eines nicht näher bestimmbaren, sehr involuten Ammoniten mit sichelförmigen Rippen wurde gefunden. In den Hangendkalken dagegen wurde ein Ammonit gesammelt, der sich mit ziemlicher Sicherheit bestimmen liess. Er gleicht in der That recht sehr der von d'Orbigny als *Ammonites (Peltoceras) Arduennensis* aus dem Oxford beschriebenen Art (Pal. franç. terr. jur. Taf. 185, Fig. 4—7), dem er nach dem Ausspruche meines verehrten Freundes, des Herrn Prof. Neumayr, auf jeden Fall sehr nahe verwandt ist. (Man vergl. Taf. II, Fig. 4.) In den betreffenden Schichten fanden sich ausserdem nur noch spärliche Belemniten.

Diese Bildungen dürften sich weiter nach Osten hin erstrecken, und wenigstens bei Teteven sicher anstehen, von wo mir mein Begleiter, Herr Zlatarski, eine Anzahl von Juraversteinerungen, einen grossen *Nautilus*, Belemniten, Pecten und Terebrateln vorlegte.

Bald ist diese Sedimentformation passirt und man kommt auf dem Wege nach dem Sattel, zwischen der Pravec Planina und der Divičiska Livida, wieder auf die krystallinischen Massengesteine (Quarz-Feldspath-Hornblendegesteine), welche bis tief hinein sehr stark zersetzt sind, und vorläufig als Syenitgranite bezeichnet werden sollen. Aus diesem Gesteine bestehen auch die beiden genannten Bergzüge der Hauptsache nach, und wohl auch noch der stattliche, rundrückige und mit Matten bedeckte Greben. Grosse Schuttanhäufungen bedecken die Hänge. Ganz besonders mächtig aber werden dieselben an dem nach Nordwest gerichteten steilen Abhange, über welchen sich der Reitsteig gegen Pravec hinabzieht. In dem tief eingeschnittenen Thale haben die atmosphärischen Niederschläge zur Herausbildung von erdpyramidenförmigen Bildungen in den Schuttmassen geführt. Schon beim Aufstieg fallen übrigens in der Schuttdecke allenthalben Quarzit- und Thonschiefer-Brocken auf. Am Nordhange kommen auch rothe Conglomerate und Sandsteine, neben grauen Quarziten vielfach vor. Der rothe Sandstein stammt vom Ostgehänge her, wo er auf den Höhen ansteht; über seine weitere Ausdehnung in diesem Theile des Gebirges kann ich keine sichere Angabe machen, es wäre immerhin möglich, dass er weiter nach Osten hin anhalten könnte; dies kann erst ein Besuch des Thales des Černi Vid sicherstellen. In den Schluchten steht ein Feldspath-Amphibolgestein (Syenit?) an, welches gangförmige Massen zu bilden scheint. Beim Ausgange aus dem Thale gegen Pravec sieht man links, vom Thale durch einen niederen Hügelzug geschieden, ein Klostergebäude (Monastir). Die Hügel sind hier rundrückig, schuttbedeckt und bewaldet.

Im Bachbette beim Pravec Han (der noch in dem weit nach Westen reichenden grossen Thalbecken von Orhanie liegt), findet sich nur Quarzit, dunkelgrüner halbkrystallinischer Schiefer und Syenit als Schutt. Unter den groben Geröllen kommt auch hier, wie im Norden von Orhanie, eine tegelige Beckenausfüllung vor. Der Abhang beim Pravec Han wird von grünen quarzreichen Schiefern (paläozoisch) gebildet. Dieselben Gesteine finden sich aber auch in dem engen, schluchtartigen Thale der Pravecka, durch welches die grosse Hauptstrasse nach Norden führt, um sodann in einem rechten Winkel abbiegend und die Wasserscheide überschreitend, in das flachmuldige Längenthal der Osicovec Rjeka überzugehen.

An der Pravecka kommt man zuerst über quarzreiche, phyllitartige Gesteine, Einlagerungen von licht gefärbten, zum Theil halbkrystallinischen Kalken und einem krystallinisch-körnigen (granitischen) Eruptivgesteinsgange. Darüber folgt, kurz vor der Strassenbiegung, eine Lage von grauem, weissaderigem Kalk,

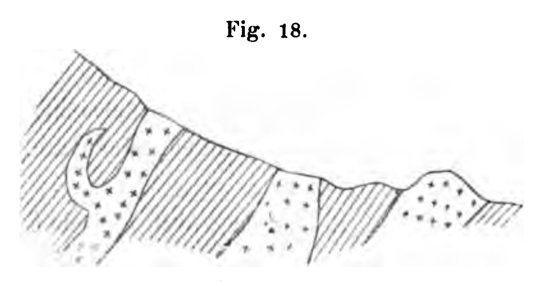
und darüber, ohne weitere Vermittlung, in steiler Schichtstellung ein dünnplattiger, wohlgeschichteter Sandstein, der alle Merkmale des typischen Flyschsandsteines trägt. Diese Sandsteine sind vielfach in Falten gelegt, zeigen ihre Schnittflächen über und über mit den kohligen Pflanzenresten bedeckt, und enthalten Lagen festeren Kalksandsteins, von frisch dunkel graublauer Färbung, mit weissen Calcitadern, dessen Schichtflächen wieder die wulst- und tropfenförmigen Erhöhungen zeigen, wie sie sich in den festeren Bänken der Flyschsandsteine allenthalben wiederfinden.

Die Schichten sind vielfach gestört, wie die Lagerungsverhältnisse deutlich zeigen: an einer Stelle streichen die Schichten h. 5 und fallen mit 45° nach SSO., also scheinbar unter die phyllitischen Schiefer ein; gleich darauf streichen sie N.—S. und fallen nach W. ein. Wir befinden uns eben an einer buchtartigen Stelle im Gebirge, wo die jüngeren Bildungen an die im Süden und Westen die Begrenzung bildenden älteren Gesteine angepresst wurden.

Die flyschartigen Gesteine bilden auch die Wasserscheide gegen Osikovo.

Beim östlichen Abstiege in das Thal von Osikovo zeigen die Schiefer das Streichen von NW. nach SO. und fallen nach SW., weiterhin wird das Streichen fast genau W.—O. und diesem Streichen folgt das Thal. Noch am Abhange treten zwei grössere, stark zersetzte, trachytische Gangmassen, im blaugrauen Flyschgesteine zu Tage. Dieselben sind leider tief hinein zersetzt; die mehrere Millimeter grossen Feldspathtafeln fast durchaus kaolinisirt. Hornblende ist nur spärlich vorhanden, Quarzausscheidungen fehlen fast gänzlich. Das Gestein wird sich am besten als ein Trachyt mit Porphyrstructur bezeichnen lassen.

Fig. 18.



Trachytgänge im Kreideflysch oberhalb Osikovo.

Bei dem einsamen Strassen-Han treten auch wieder Kuppen aus demselben Gesteine auf, welches auch in grossen Stücken herumliegt.

Im Thalgrunde liegen die Kreidegesteine ganz flach; dies ist besonders schön bei der Brücke (mit sehr schönem Brückenbogen) zu sehen, wo sie in frischer Färbung (graublau), mit welligen Schichtflächen anstehen und ganz leicht nach Süd geneigt sind. Flache Hügelrücken begrenzen das breite Thal an beiden Seiten, im Norden erheben sich darüber die Kalkberge der Osikovac-Planina.

Unterhalb Osikovo — einem grossen Dorfe mit mehr als 500 (bulgarischen) Häusern — gelangt man wieder an den Mali-Isker. Bevor man denselben erreicht, stehen an der Osikovec Rjeka, im Flussbette, die Kreidesandsteine, mit Streichen von WNW. nach OSO. und südlichem Einfallen unter 40°, in grossen, entblössten Tafeln an.

Bei der grossen Strassenbrücke, über den hier nordwestlich fliessenden Mali-Isker, erschienen die Uferwände wie gebändert von den mürben, grünlich und bläulich gefärbten Mergelschiefern, mit eingelagerten festeren Sandsteinbänken. Dieselben erinnern an die Schichten zwischen Ljutidol und Ljutibrod. Sie fallen flach (mit 15°) nach SW. ein. Leider fand ich hier ausser einem nicht näher bestimmbaren Ammonitenabdruck (mit etwas sichelförmig gebogenen Rippen) keine Fossilreste. Ich zweifle jedoch keinen Augenblick, dass die von Foetterle weiter nordwärts bei Jablanica angetroffenen Neocombildungen bis hieher reichen. Die Mergel halten längs der Strasse fort und fort an, und zeigen bis an den Wald, kurz vor Jablanica, stets ganz flach gegen S. gerichtetes Einfallen. Doch ist dasselbe an der letzt bezeichneten Stelle gegen SSO. (h. 10) gerichtet. Gegen West schauend, sieht man den fast gleichmässigen Abfall der Dragovica Planina, ein über den Mergelschiefern sich erhebendes Kalkplateau, dessen Schichten leicht gegen Nordwest geneigt erscheinen.

Beim Abstieg gegen die Wasserscheide zwischen dem Mali-Isker und dem, der Panega Rjeka zufliessenden Jablanica-Bache sind die Schichtflächen der sehr gleichförmig feinkörnigen, schiefrigen Mergel weithin entblösst und über und über bedeckt mit jenen eigenthümlichen, aus feinkörnigen, marinen Sedimenten der verschiedensten Formationen bekannt gewordenen Bildungen, welche neuerer Zeit auch Schimper (Handb. d. Paläontol. Bd. II, S. 54) als „Hahnenschwanzalgen" bezeichnete. Sie finden sich sowohl in vollkommen

kreisförmig wirbeligen Exemplaren bis 1m im Durchmesser, als auch in einzelnen geschwungenen Büschen, welche dann an *Cancellophycus* Sap. aus dem unteren Oolith erinnern. Von Fossilresten wurde, ausser einem Bruchstücke eines schlanken Belemniten mit kreisförmigem Querschnitte und einigen Fucoiden-Laubresten, nichts gefunden.

Auf der Höhe vor Jablanica streichen dieselben Schichten N.—S. und fallen nach W. ein, während sie bei der Brücke vor Jablanica mit 15° nach NNW. einfallen, also ganz analog der von Foetterle gemachten Angabe verflachen. Der Rücken vor Jablanica ist sonach als eine flache Anticlinalfalte aufzufassen. In Jablanica selbst stehen an beiden Ufern des Baches die Mergelschiefer auch in härteren Bänken an, mit spärlichen Hornsteinconcretionen und Brauneisenknollen. Auch hier wurde leider ausser den Hahnenkamm-Hieroglyphen und wenigen Belemniten-Durchschnitten, von Fossilresten nichts aufgefunden. Die Schichten fallen hier wie auf der Höhe gegen W. ein (mit nur 15°).

Damit war ich zum Anschlusse an die von Foetterle im Jahre 1869 ausgeführte Route gekommen, und war somit der Beweis erbracht, dass die von Dr. Ami Boué gegebene Darstellung des Baues der Gebirgskette im Süden von Etropol, in den Hauptzügen, vollkommen entsprechend ist. Wir wollen, um dies näher zu beleuchten, die diesbezüglichen Bemerkungen aus dem ersten Originalwerke (Esquisse géologique de la Turquie d'Europe, 1840, S. 22 ff.) anführen, und mit seiner späteren Publication (Min. geogn. Det. Sitzungsb. 1870) vergleichen.

Boué nahm, wie schon erwähnt, seinen Weg von Strigl über die gleichnamige Höhe nach Etropol. Er sagt:

„Der Etropol-Balkan besteht im Süden nur aus Glimmerschiefer (Gneiss) und aus schwarzen und röthlichen Thonschiefern (unsere paläozoischen Schiefer), ... auf der Passhöhe enthalten dieselben Sandsteine oder Quarzite." Dann wird (1870) das Vorkommen von Sandstein und Syenitblöcken angeführt, während die Passhöhe wieder als aus Thonschiefer bestehend angegeben wird. Beim Abstieg längs der „Sua Rjeka" führt Boué (1870) das Vorkommen von Syenit an und endlich wird auch die Kalksteinklisura oberhalb Etropol angegeben. Die Angaben in dem älteren Werke sind für dieses Wegstück weniger klar, besonders darum, weil daselbst des Auftretens der Syenite nicht gedacht wird, welche jedoch an einer anderen Stelle (S. 114) als auf dem Südabhange mit dem Schiefer vorkommend und dieselben in der Form von, aus NW. nach SO. streichenden, mächtigen Gängen durchbrechend, angeführt werden.

In der neueren Publication wird auch das Auftreten von grobem Sandstein und grauwackenartigen Schiefern oberhalb Etropol erwähnt (1870, S. 77), welche letztere den sandigen Juraschiefern entsprechen dürften. Im Norden von Etropol (heisst es dagegen [1840] S. 23) sind die Höhen aus grauen Sandsteinen, die mit Schiefern wechseln, zusammengesetzt, welche mineralogisch den Grauwackenschiefern gleichkommen. Auch diese Angabe steht mit den von mir angegebenen Wahrnehmungen nicht im Widerspruche. Dann wird des Auftretens der mergeligen Sandsteine in dem Defilé des Mali-Isker unterhalb Etropol gedacht, der auch an der Lepenska und Brusenska Rjeka vorkommt, und als Dachdeckmaterial benützt wird. Es sind dies die Kreide-Flyschsandsteine, wie wir sie an der Pravecka angetroffen haben. Boué beobachtete auch den Wechsel in den Streichungsrichtungen auf seiner Route.

Von einer Aufeinanderfolge von Sedimentformationen in der Weise, wie sie Foetterle (Verhandl. 1869, S. 195) vermuthet hatte, ist nach dem Angeführten in der That keine Rede, was übrigens schon von Boué (1870, S. 79) richtiggestellt worden ist.

11. Von Jablanica über Dobrevci, Oreše und Belince, nach Konino am Isker.

Da die Route von Jablanica nach Nordosten schon von Boué (zum Theil) und später von Bergrath Foetterle begangen wurde, schlug ich den Weg gegen Nord und Nordwest ein, um so an den Isker und weiterhin nach Vraca zu gelangen.

Wir nahmen den directen Weg nach Dobrevci, wobei wir über die Vorhöhen der Dragoica Planina hinüber kamen. Der Abhang ist über und über bedeckt mit Blockwerk von grauem, typischem Caprotinenkalk.

Bruchstücke und Durchschnitte von *Caprotina* cf. *ammonia* wurden in grosser Zahl gesehen. Das Gestein ist jenem beim Abstiege nach Čerepis am Isker sehr ähnlich: ein fast dicht erscheinender Breccienkalk. Ausser *Caprotina ammonia* fanden sich Stücke mit den grossen, an *Chaetetes* erinnernden Bryozoenstöcken, und einige schlecht erhaltene Exemplare kleiner Seeigel, aus der Familie der Echiniden (*Echinus* oder *Stomechinus*).

Die Kalkbänke liegen auf der Höhe fast vollkommen horizontal, sind vertical zerklüftet und erheben sich hoch über die Mergelgesteine, welche unter die Kalke einfallen, oder doch einzufallen scheinen. Tiefe Schluchten durchfurchen die mächtigen Ablagerungen von Thallehm am Fusse der Berge, der hauptsächlich den weichen Mergeln seine Entstehung verdankt.

Beim Abstieg gegen Dobrevci und gegen das breite Thal der Jablanica Rjeka (dasselbe verhält sich dem Streichen der Schichten gegenüber wie ein „Längenthal") kommt man über die leicht in Grus zerfallenden Mergelgesteine hinab. Dieselben streichen hier h. 7 (also fast genau W.—O.) und fallen flach gegen N. (mit 8—10°). In der Cañon-artigen Schlucht (senkrecht auf das Streichen verlaufend) stehen die Thonmergel mit graublauer Farbe und mit Einlagerungen von eisenschüssigen, etwas sandigen Mergeln an.

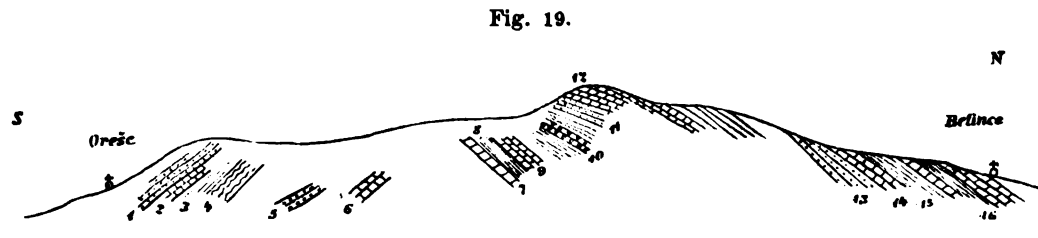
Bei Dobrevci, einem zum grössten Theile noch in Ruinen liegenden Dorfe — (es war vor dem Kriege von 60 türkischen und 35 bulgarischen Familien bewohnt) — fanden sich ausser den Blöcken von Caprotinenkalk auch feste, sandige Kalke, welche reich sind an Pentacriniten und Bryozoenstämmchen, und an jene Pentacriniten-Bank erinnern, die ich seinerzeit bei Isvor (südlich vom Sveti Nikola-Balkan) beschrieben habe. Sie scheinen zwischen dem Caprotinenkalke und den mürben Mergeln zu liegen. Frisch sind die Gesteine blaugrau gefärbt.

Bei Dobrevci fanden sich auch eine Anzahl von kleinen gestreckten Rudisten, welche bei ihrem schlechten Erhaltungszustande erst nach Herstellung von Durchschnitten und Schliffen eine einigermassen sichere Deutung zuliessen. Es zeigte sich nämlich bei Querschnitten, dass der Innenraum durch eine Scheidewand gekammert erscheint, und zwar so, dass von der grossen, durch die ganze Länge hinziehenden Wohnkammer (α, Taf. II, Fig. 5 *c*) ein Raum mit zwei kleineren, aber gleichfalls tiefen Kammern (β und γ) abgetrennt erscheint, welch' letztere als Schlossgruben aufzufassen sind. Zwischen den beiden kleinen Hohlräumen befindet sich eine Partie der Schale, welche die für die Rudistenschalen so bezeichnende, prismatisch zellige Structur erkennen lässt. Diese lässt sich jedoch nicht um die ganze Schale herum deutlich verfolgen. Die bezeichnete Region (δ) entspricht der Lage des Zahnes der Unterklappe. Die Schalensubstanz, welche die Hohlräume unmittelbar begrenzt, lässt Andeutungen der feinen Radialcanälchen erkennen. Diese Beschaffenheit des Durchschnittes erlaubt mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass wir es hiebei mit langgestreckten, nur wenig gekrümmt schaligen Caprotinen, oder doch mit Formen zu thun haben, die sich an *Caprotina* innig anschliessen. Die äussere Form liess im ersten Augenblicke an die von Pictet und Campiche (St. Croix, IV, S. 47, Taf. 149) als *Sphaerulites erratica* bezeichneuden Formen denken. Die Unterklappen sind miteinander gruppenförmig verwachsen, Deckelklappen sind nicht vorhanden.

Einige Ähnlichkeit hat äusserlich auf jeden Fall die von Herrn Oberbergrath Stur im Isonzo-Thale aufgefundene schöne Art (Jahrbuch, 1858, S. 349), welche Herr Hofrath v. Hauer als *Radiolites Sturi* bezeichnet hat. (Die Geologie etc. 2. Aufl. S. 489). Stur führt an der citirten Stelle an, dass diese Form mit *Caprotina trilobata* d'Orb. nahe verwandt sei. Der Hauptunterschied unserer Form liegt in den weniger gefurchten Schalen. Ich schlage für diese Form den Namen *Caprotina bulgarica* vor.

An der Jablanica im Thale fanden sich harte, quarzreiche Sandsteine der Kreideformation.

Fig. 19.



Sattel zwischen Oreše und Belince.

Bei Oreše fand ich einen zum Theile sehr fein-, zum Theile aber auch grobkörnigen, oolithischen, frisch graublau, verwittert braunroth gefärbten, etwas plattigen Kalkstein in Verwendung, der eine Unmasse kleiner walzlicher Bryozoenstämmchen (*Ceriopora, Heteropora* etc.), neben kleinen, röhrigen Einzelkorallen, Cidaritenstacheln, Brachiopoden und kleinen Austern enthält. Das Material stammt, wie ich bald sehen konnte, aus

dem Thale, durch welches der Weg nach Belince führt, über einen ca. 160 Meter hohen Bergrücken hinüber.

Zuerst findet man in diesem Thale die Kalksandsteine (1.) mit steil aufgerichteten Schichten (man vergl. Fig. 19), dann folgt eine Bank Korallenkalk (2.) mit grossen gefalteten Austern und Terebrateln, dann folgen Schichten mit Echiniden (3.) — (hierin wurde auch ein verhältnissmässig gut erhaltenes Exemplar eines *Toxaster* [*Toxaster* cf. *complanatus altus* Quenst.], eine hohe, gewölbte Form, aufgefunden), endlich mürbe Mergel mit Bryozoen (4.). Hauptsächlich kommen kugelige Stöckchen vor. Diese Schichten fallen gegen S. ein. Am Bache stehen unter den Mergeln W.– O., streichende und flach nach S. fallende, dunkelgraue, sandige Kalke (5.) und darunter licht röthlichgraue, weissaderige Kalke an (6.), welche viel steiler stehen, aber gleichfalls noch nach S. fallen (mit 40°).

Weiter aufwärts kommt man an eine Thalgabelung; von West und von Ost kommen die Quellbäche, welche sich zu dem kleinen Bache von Oreše vereinigen.

Hier sind die Schichtgebilde wieder schön entblösst, und sieht man die Schichten nach N. einfallen, was von nun an gleich bleibt bis nach Belince, das am jenseitigen Bergabhange gelegen ist.

Zu unterst liegen an jener Stelle lichtgraue Kalke (7.), darüber wohlgeschichtete Mergel (8.) und graue, sandige Kalke (9.). Diese letzteren sind reich an Fossilien, brechen in dicke Platten und werden, wie schon erwähnt, von den Leuten in Verwendung genommen. Auf den Platten finden sich ausgewittert: neben Schalen von feinstreifigen Rhynchonellen, zahlreiche, zart walzlich-ästige Bryozoenstöckchen, viele feine, cylindrische und längsgestreifte Stacheln (von *Diadema?*), sehr hoch gewundene Nerineen und einzelne Korallenstöckchen. Über diesen Kalken, deren oolithische Structur bei Betrachtung mit der Loupe deutlich wahrnehmbar wird, liegt eine mehrere Meter mächtige Schichtenfolge von mürben sandigen Mergeln, welche schieferig sind, und lagenweise knollige Concretionen enthalten (Schichte 10). Sie sind überaus reich an recht wohl erhaltenen Fossilien, weniger steil geneigt (sie fallen mit 20° nach N. ein) und von tiefen Wasserrinnen durchrissen.

Über diesen fossilienreichen, sandigen Mergeln folgen dann braune Sandsteine (11.) und darüber bis zur Höhe hin anhaltend, graue, sandige, fossilienführende Kalke (12.).

Über die Schichtflächen dieser letzteren führt der schlechte Abstieg nach dem armseligen Belince. Vor dem Orte kommt man auf braune, fossilienfreie Sandsteine (13.), darüber auf sandige Kalke (14.) und sodann auf den Complex von Sandsteinkalk und Mergel (15.) mit vielen Orbitolinen *(Patellina)*. Bei Belince stehen wieder sandige Kalke an (16.), welche überaus reich sind an Bryozoen, Orbitolinen, Crinoiden und Cidaritenstacheln. Eine Kalkwand bei den ersten Häusern im Dorfe (am Bache) ist besonders reich an Cidaritenstacheln.

Aus der gegebenen Darstellung geht hervor, dass südlich von dem zwischen Oreše und Belince hinziehenden, parallel mit dem Thale des Jablanica-Baches, im Streichen der Gesteinsschichten verlaufenden Hauptrücken eine Anticlinale verläuft.

Was die in Schichte 4 enthaltenen Familien anbelangt, so sei erwähnt, dass unter denselben die vielgestaltigen, kugelig kopfförmigen Stöckchen von:

Reptomulticava micropora Roem. (Nr. IX meiner Reiseberichte, Bd. LXXXI d. Sitzungsber. S. 252) neben der

Heteropora cf. *diversipunctata* Quenst. sp. (ebenda) die häufigsten sind.

Zunächst an Häufigkeit stehen kleine, massige Korallenstöckchen. Darunter sind wieder am häufigsten Formen, welche zu *Thamnastraea* zu stellen sind, knollige Stöckchen mit sehr zierlichen, kleinen, seichten Kelchen. (Mehrere Arten.) Neben den Formen mit ineinanderfliessenden Costalsepten liegen aber auch asträoidische Stöckchen mit wohl umgrenzten, polygonalen Kelchen vor, welche zu *Stylina* und *Astrocoenia* zu rechnen sind.

Ein hübsches Stöckchen dürfte zu *Barysmilia* gehören. (Wahrscheinlich eine neue, kleinzellige Form.) Auch *Porites*-artige Stöckchen liegen vor.

In nächster Linie kommen sodann, was die Häufigkeit des Vorkommens anbelangt:

Rhynchonella depressa d'Orb., und zwar ganz in der Ausbildung, wie sie sich beispielsweise im Hils-Conglomerate findet. (Sieben Exemplare; sechs davon sind etwas unsymmetrisch.) Eine schmale, stärker aufgeblähte Form erinnert an *Terebratella oblonga* Sow.

Von Terebrateln liegen mehrere Exemplare vor, darunter:

Terebratula biplicata d'Orb. (= *Ter. biplicata-acuta* v. Buch) nebst einigen Brutexemplaren.

Sicher zu bestimmen ist auch:

Waldheimia tamarindus Sow. sp. in einer sehr „bausbackigen" Form (Taf. II, Fig. 11).

Weiters wären anzuführen:

Eine sehr zierliche kleine *Ostrea* mit starken Falten, eine wahre kleine „Hahnenkammauster", welche sich an die von mir (in Nr. IX meiner Ber. 1880, S. 246, Taf. V, Fig. 12) beschriebene Form von der Luberaßda anschliessen dürfte. Sie ist auf Taf. II, Fig. 10 abgebildet. Man könnte sie vielleicht als *Ostrea* cf. *tuberculifera* Koch & Dunker bezeichnen, eine Art, welche aus der unteren Kreide stammt (Valangien—Aptien). In der Form der Schale und in der Art der Faltung erinnert sie aber auch an *Ostrea Milletiana* d'Orb., welche freilich viel grösser ist und aus dem Gault angegeben wird. Einige Schalen kleiner Ostreen wurden gefunden, ganz überwuchert von röhrigen Bryozoen *(Reptomulticava)*. Auch eine hübsche, sehr schlanke Form von *Lithodomus* liegt vor. Dieselbe stimmt auf das beste mit *Lithodomus oblongus* d'Orb. aus dem Neocom-Urgon überein (Taf. II, Fig. 9).

Schliesslich ist noch das Vorkommen von einigen keulenförmigen Cidariten-Stacheln zu erwähnen, welche sich an *Hemicidaris clunifera* Agass. anschliessen dürften (Taf. II, Fig. 7, 8).

Nach dem im Vorstehenden gegebenen Verzeichnisse lässt sich eine ziemlich sichere Altersbestimmung vornehmen: Die mergeligen Schichten können als ein beiläufiges Äquivalent des Hils-Conglomerates, d. h. als dem unteren Neocom entsprechend angenommen werden. Sie tragen das Gepräge einer Strand- oder Zwischenriff-Facies an sich.

Ganz besonders reich an zum Theile vorzüglich erhaltenen Fossilresten ist die Schichte 10.

Vorherrschend sind Einzelkorallen, wovon eine grosse Menge gesammelt wurde:

1. *Montlivaltia bulgarica* nov. sp. (Taf. II, Fig. 12). Spitz kugelförmige Einzelkorallen mit hakig umgekrümmter Spitze und fast kreisrundem, bis etwas elliptischem Querschnitte. Die Anheftungsstelle an der Spitze ist auf jeden Fall sehr dünn. Die Aussenseite ist mit vielen gleichstarken, zart gekörnelten Längsrippen bedeckt, welche im oberen Theile vollkommen nackt, gegen die Spitze zu aber mit einer sehr zarten Epithek bedeckt sind, so dass man schon an *Leptophyllia* Reuss denken möchte. Die Zunahme des Kelches ist nicht ganz gleichmässig, sondern es treten schwache Einschnürungen auf. Die Radialleisten sind mit Zähnchen dicht besetzt und stehen sehr gedrängt. Im Durchschnitte eines ca. 25mm langen Kelches sind 128 zu zählen, wovon kaum 16 bis zum Centrum reichen. Die Form der Kelche erinnert an *Montlivaltia caryophyllata* Lmx. oder *M. trochoides* M. Edw. u. H. aus dem Bathonien. Liegen in grösseren und kleineren Exemplaren vor, als die häufigste Form. An kleinen Exemplaren ist die Epithek deutlicher erhalten; dieselben gleichen dann auch um so auffallender der erwähnten jurassischen Art.

2. *Montlivaltia Hochstetteri* nov. sp. (Taf. II, Fig. 13 u. 14). Eine sehr schlanke, walzliche, trichterige, an der Spitze hakig umgekrümmte Form mit nur wenig in die Länge gezogenem Querschnitte. Eine zarte, aber gut erhaltene, quer gerunzelte Epithek ist vorhanden, welche nur etwa $1/8$ der Länge am Rande frei lässt, sowie auch das spitz zulaufende gekrümmte Ende. Ein etwas kürzeres Exemplar (Taf. II, Fig. 14) ist in eine auffallend lange, geriefte Spitze ausgezogen. Länge 40mm, Durchmesser 14mm und 12mm. Die 94 Radiallamellen zeigen eine sehr regelmässige Anordnung.

3. *Montlivaltia* spec. (Taf. II, Fig. 15). Eine eigenthümlich verkrüppelte, resp. eingeschnürte Form, nur in einem Exemplare vorliegend, mit deutlich quergerunzelter Epithek.

4. Ähnlich eingeschnürt ist ein Korallenkelch, der aber seiner ganzen Länge nach mit zart gekörnelten Längsrippen bedeckt ist und sonach zu *Leptophyllia* Reuss gehören dürfte (Taf. II, Fig. 16). Mit fast vollkommen kreisrundem Querschnitte und einer etwas schwammig erscheinenden Mittelregion.

5. *Axosmilia* (?) *Bouéi* nov. sp. (Taf. II, Fig. 17). Eine der häufigsten Formen. Kleine, walzlich konische, in eine verlängerte Spitze auslaufende Kelche, mit dicker, querrunzelige Einschnürungen bildenden Epithek überzogen, welche bis an den Rand hinanreicht und grobe Längsrippen durchblicken lässt. Der Kelch ist seicht, mit einem kräftigen elliptischen und stark vorragenden Mittelsäulchen. Die Anzahl der Septa ist beschränkt: 12 gleichstarke erster Ordnung ragen bis in die Nähe des Säulchens, ohne dasselbe jedoch zu erreichen; zwischen je zwei derselben liegt immer eine kurze Lamelle zweiter Ordnung. Querblättchen sind nicht wahrzunehmen, ebenso wenig ist eine Körnelung der Septa zu bemerken. Wir dürften es hier mit einem neuen Genus zu thun haben, das sich innig an *Axosmilia* und *Peplosmilia* M. Edw. u. H. anschliessen würde.

Denn während bei *Axosmilia* die Septa noch mit dem Säulchen verwachsen sind, erreichen dieselben bei unserer Form das Säulchen nicht, oder es legt sich nur eine Lamelle an, wie dies bei *Pleurosmilia* From. der Fall ist. Durch den Mangel an Querblättchen unterscheidet sich unsere Form von den drei genannten Gattungen. Es lassen sich dabei zwei Formen unterscheiden: eine cylindrisch-konische mit kurzer Spitze (Fig. 17 *a—d*) und eine zweite mit sehr verlängerter Spitze (Fig. 17 *e*).

6. *Placosmilia* (?) spec. (Taf. II, Fig. 18). Eine grosse Einzelkoralle mit elliptischem Querschnitt, der etwas an jenen von *Placosmilia dissimilis* From. (Zooph. Terr. crét. Taf. 17, Fig. 2) erinnert. Äusserlich sind starke Rippen vorhanden. An der Anheftungsstelle ist eine querrunzelige Epithek vorhanden. Der Kelch zeigt enge Einschnürungen. Das lamellöse Säulchen ist sehr kräftig, die Radiallamellen lassen drei Cyklen unterscheiden. Querblättchen finden sich gegen die Wand hin ziemlich viele.

7. *Trochosmilia* spec. (Taf. II, Fig. 19). Eine grosse, gerade gestreckte Form, mit elliptischem Querschnitte (Durchmesser = 35mm u. 30mm), mit leichten Einschnürungen. Die Längsrippen aussen zahlreich, gedrängt stehend, lassen immer noch die Körnelung etwas erkennen. Die Radiallamellen in drei Cyklen, zusammen 96, sind nur schwach gekörnt. Querlamellen ziemlich häufig. Ähnlich ist *Trochosmilia costata* E. d. From. (l. c. Taf. 31, Fig. 1).

8. Von mehrzelligen Korallen liegt nur eine einzige Form, in einem einzigen Exemplare vor, welches jedoch keine sichere Bestimmung zulässt. Am wahrscheinlichsten ist noch, dass wir es mit einer an *Thamnastraea* anschliessenden Form zu thun haben. Ich lasse, um die Art des Wachsthums ersichtlich zu machen, das Stöckchen abbilden (Taf. X, Fig. 29). Das bezeichnendste Merkmal bildet die runzelige Epithek, welche ganz so wie bei den Einzelkelchen von *Montlivaltia* auftritt.

Ausser den Korallen sind zu erwähnen:

9. *Pseudodiadema Picteti* Desor. (Taf. II, Fig. 21 *a, b, c*). Ein zerbrochenes Exemplar, das die Anordnung der Porenzüge und Warzen erkennen lässt, und dadurch an die citirte Art erinnert. (De Loriol, Desc. Éch. de terr. crét. de la suisse, Taf. VIII, Fig. 8). Wird aus den Neocom-Moyen-Mergeln von M. Salève angeführt.

10. *Rhynchonella lata* d'Orb. (Pict. u. Camp. Taf. 147, Fig. 1).

11. *Terebratella* cf. *sella* Sow. Eine kleine biplicate Form.

12. *Ostrea* spec. Auf einer grossen *Pterinella* aufgewachsen, lässt sie — (eine grössere Form) — auf der Innenseite die überaus zierliche Fransenzeichnung wahrnehmen, welche an *Ostrea texana* (Coquand, *Ostrea*, Taf. IX, Fig. 4—8) erinnert. In Bezug auf die Form der Schale und die Anordnung des Wirbels schliesst sie sich jedoch der

13. *Ostrea Boussingaulti* d'Orb. an, welche in mehreren aufgewachsenen und in einem freien, vollständig erhaltenen Exemplare vorliegt, und alle Charaktere der bezeichneten Art erkennen lässt.

14. *Pterinella Petersi* nov. gen. et sp. (Taf. III, Fig. 1, 2). Eine recht auffällige Form, welche ein weiteres Beispiel liefert für das Vorkommen von, an paläozoische Typen erinnernden Formen, in mesozoischen Formationen. Die Schalen sind bei den vorliegenden grossen Exemplaren als fast gleichklappig zu bezeichnen; sie sind ungleichseitig und geflügelt. Beide Flügel sind lang, der vordere aber ist sehr schmal, während der hintere stark ausgebreitet ist. Der Schalenbuckel ist klein, wenig vorragend. Der Schlossrand ist gerade und zeigt eine vordere breite, wenig vertiefte und mit dem oberen Ende (*Avicula*-artig) nach vorne gezogene Ligamentfurche, hinter welcher eine zweite erkennbar ist. Unterhalb der parallel vertieften Ligamentzone liegt eine breite, mit schräg nach rückwärts verlaufenden, crenellirten Zahnleisten versehene Region, welche sich nach vorne verschmälert, an kleineren Exemplaren aber bis weit vor den Wirbel verfolgen lässt. Der hintere Muskeleindruck ist gross, elliptisch; der vordere liegt unter einer in den vorderen Flügel ziehenden Furche. Die wohl entwickelte Faltenregion unter der Ligamentzone bildet das auffallendste Merkmal. Die vorliegenden grossen Exemplare lassen an der Oberfläche die blätterige Schalenstructur erkennen und zeigen, dass die Flügel durch tiefe Furchen von der mittleren Partie der Schale abgetrennt sind. Die beschriebene Form schliesst sich wohl am nächsten an die von Lycett und Morris aus dem Great Oolit von Minchenhampton beschriebene Gattung *Pteroperna* an, zeigt aber, wie aus dem Vorhergehenden hervorgehen dürfte, immerhin Merkmale, welche die Aufstellung einer neuen Gattung rechtfertigen werden.

15. Ausser dieser grossen Form liegen auch mehrere Exemplare einer kleineren, überaus dickschaligen Art vor, leider jedoch nur in rechten Klappen, von welchen auf Taf. III, Fig. 3, 4 die besten Stücke zur Anschauung gebracht werden sollen. Das eine Exemplar lässt am hinteren Flügel Andeutungen der mit dem Schlossrande fast parallel verlaufenden Zähne erkennen, was mit *Pteroperna* übereinstimmen würde. Die Oberfläche desselben Exemplares zeigt ausser den zarten concentrischen Anwachsstreifen eine beschränkte Anzahl von ziemlich kräftigen Längsstreifen, wodurch es wieder an *Gervillia aliformis* Sow. erinnert, wovon es sich jedoch durch das ganz verschiedene Verhalten des Schlossrandes auf das bestimmteste unterscheiden. Diese Form soll als *Pterinella* (?) *crassitesta* nov. sp. bezeichnet werden. Die Streifung erstreckt sich auch noch über den hinteren Flügel. Der Form der Schale nach schliesst sich dieses Fossil am nächsten an *Gervillia* an.

16. *Pterinella* (?) spec. (Taf. III, Fig. 4). Eine kleine, weniger dickschalige und oberflächlich ganz glatte Form mit schmaler Ligament- und schmaler, aber deutlich entwickelter körneliger Faltenzone. Die Schale ist nur wenig gewölbt (ist vielleicht nur die linke Klappe von *Pterinella crassitesta*).

17. *Limopsis (Pectunculina)* cf. *complanata* d'Orb. (Taf. IV, Fig. 1). Eine kleine. niedliche Bivalve mit vollkommenster Symmetrie und abgesetzt concentrischer Streifung.

18. *Trigonia* spec. (nov. sp.?) (Taf. IV, Fig. 2). Nur in zwei Bruchstücken vorliegend, welche jedoch ganz gut erkennen lassen, dass sie einer an *Trigonia scabra* Lam. anschliessenden Art angehören. Am meisten Ähnlichkeit hat *Trigonia Fittoni*

Desh. aus dem Gault, doch ist die Knotung der Rippen an unserem Stücke eine viel schärfere und sind die Rippen auf der Area scharf gebrochen. Die Area ist überdies von der übrigen Schalenfläche durch eine wohlausgeprägte Kante geschieden.

Ausserdem liegen von Bivalven nur einige nicht näher bestimmbare, sehr dickschalige Bruchstücke vor.

Von Gastopoden sind zu erwähnen:

19. *Nerinea Foetterlei* nov. sp. (Taf. IV, Fig. 3). Eine ganz kleine, sehr schlanke und recht zierliche Form, mit zart längsgestreiften, etwas concaven Umgängen und einer feinen Knötchenreihe an der Naht. Die Form des Innenraumes und der Falten bringt die Abbildung getreu zur Anschauung. In vielen Exemplaren vorliegend.

20. *Cerithium* cf. *peregrinorsum* d'Orb. (Taf. IV, Fig. 4). Zwei Exemplare einer sehr zierlichen Form liegen vor, welche sich an die angegebene Art aus der chloritischen Kreide von Uchaux anschliessen, wenngleich eine vollkommene Übereinstimmung nicht behauptet werden kann. Jeder Umgang zeigt vier Knötchenreihen neben feinen Spiralstreifen.

21. Ein undeutlicher Steinkern deutet auf das Vorkommen von *Aporrhais*- oder *Pterocera*-artigen Gastropoden.

Von Serpulen liegen drei Formen vor.

22. Eine zierlich längsgestreifte, durch zarte Querstreifen gegittert erscheinende Form (neue Art?) mit Einschnürungsfurchen (Taf. IV, Fig. 5).

23. Eine zweite Art zeigt nur die zarte Anwachsstreifung und lässt einen scharf ausgeprägten Kamm erkennen, wodurch sie an *Serpula lophioda* Gldf. (Taf. LXX, Fig. 2) aus dem Quadersand von Essen erinnert (Taf. IV, Fig. 6).

24. Eine dritte Art ist überaus zart und schliesst sich an *Serpula filiformis* an.

Betrachtet man den Charakter der Fauna in seiner Gesammtheit, und vergleicht man ihn mit der petrographischen Beschaffenheit der Sedimentablagerungen, in welchen jene eingebettet liegt, so ergibt sich, dass wir es dabei durchaus mit keiner Korallriff-Facies, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach mit einer Ablagerung in einem verhältnissmässig seichten offenen Meere zu thun haben.

Vergleicht man die beiden Faunen in Nr. 4 und in Nr. 10, so fällt das Vorkommen derselben oder von zwei ganz nahe stehenden *Rhynchonella*-Arten auf, und dann der Unterschied in Bezug auf die Korallenfauna: während in Schichte 4 nämlich fast ausschliesslich massige Stöckchen von Korallen vorkommen, neben einer Unmasse von Bryozoen, finden sich in Schichte 10 fast ausschliesslich Einzelkorallen, und fehlen hier auch die Bryozoenkugeln vollständig; es wurde auch nicht ein derartiger Körper gefunden. Während also Schichte 4 Strandformen enthält, sind in Schichte 10 nur Thiere tieferer See enthalten.

Was die in Schichte 15 enthaltenen Orbitolinen anbelangt, so sind es die kleineren, theils flachen, theils ziemlich hoch gewölbten Formen, welche man als *Orbitolina lenticularis* zu bezeichnen pflegt, also würden auch diese Schichten immer noch dem Neocom angehören.

Von Interesse ist endlich auch die Schichte 16, weil sie in ihrem Aussehen recht lebhaft an jene lichten, cidaritenführenden Kalksteinbreccien erinnert, welche ich an verschiedenen Stellen (zuletzt bei Modrestena, IX. Mitth., Bd. 81, S. 46) angetroffen habe. Hier bei Belince ist die Altersbestimmung der Kalke durch das Mitvorkommen der Orbitolinen möglich. Betont zu werden verdient übrigens, dass die Orbitolinen zwischen Oreše und Belince nur in den beiden bezeichneten Schichten (15 und 16) beobachtet wurde. —

Zwischen Belince und Konino trifft man zuerst eine Wechsellagerung von braunen Sandsteinen und sandigen Kalken. Die Schichten zeigen dasselbe Streichen, sind aber viel steiler aufgerichtet. Auch beim Aufstiege zur Kammhöhe des nördlich von Belince, von West nach Ost hinziehenden Hügelrückens, kommt man über die braunen Sandsteine. Vom Abhange nach Süden blickend, erkennt man sofort, dass sich die orbitolinenführenden Mergel und Kalke, eine wohlausgeprägte Hügelkette bildend, weit nach Westen hin erstrecken.

Blickt man vom Kamme aus nach Norden, so ersieht man die herrlichen Kalkmauern am linken Ufer des Isker, die bei Konino die grossartigste Scenerie bilden, und von dort weiter abwärts, vom Isker in einer schauerlichen Thalschlucht, in einem von vertical abstürzenden Wänden begrenzten Engpasse durchbrochen werden. Diese mauerartigen Kalkabstürze lassen sich vor Allem weit nach Westen, aber auch ostwärts mit den Blicken verfolgen.

Der Weg zieht sich über einen niederen Querrücken hin, immer durch, zum Theile recht guten Eichenwald mit saftigen Waldwiesen, durch einen wahren grossen Naturpark. Das die Berge zusammensetzende

Gestein ist ein fast horizontal liegender (nur mit 8° gegen N. einfallender), in einzelnen Bänken sehr glimmerreicher Quarzsandstein.

Weiter kommt man im Thale unter diesem auf graublaue, beim Verwittern sich braun umfärbende, sehr feinkörnige Quarzsandsteine, welche Pflanzenreste umschliessen, die immerhin derart sind, dass man die Hoffnung aussprechen darf, dass sich hier wohl auch bestimmbare Reste auffinden lassen werden. Die pflanzenführenden Sandsteine sind dünnplattig, während die Hangendsandsteine in dickeren Bänken geschichtet sind. Diese Sandsteine halten nun an bis an den Isker, der hier eine Strecke weit an der Grenze von Kreidesandstein und Kreidekalk in einem Längsthale verläuft, um dann, wie schon erwähnt, eine Strecke weit unterhalb Konino, in die Kalkregion einzutreten, die er in jenem engen, eine Strecke weit unpassirbaren Querthale durchbricht.

Konino liegt am linken Ufer des Flusses, am Fusse der erwähnten mauerartigen Kalkwände, am Ausgange eines tiefen, stark zerklüfteten Risses im Kalkgebirge, durch welchen der Weg nach Kamenopol, hinauf auf das Kalkplateau führt. Die Wände fallen durch eine verschiedenartige, grelle Färbung auf, — östlich vom Dorfe ist die untere Partie grau, die obere hellroth, — und sind durch Erosionsschluchten und Rinnen und viele zu höchst oben noch auftretende Auswaschungslöcher charakterisirt.

Der Kmet des Dorfes, von unserem Kommen benachrichtiget, führte uns nach einer nicht uninteressanten Localität, etwa 3 Kilometer vom Dorfe entfernt, am rechten Isker-Ufer, in dem Waldthale Skuldin gelegen, das kurz vor Beginn der Kalkenge gegen den Isker ausmündet. Daselbst wurden schon während der Türkenherrschaft Kohlenspuren gefunden, auf welche die Leute einige Hoffnung gesetzt hatten.

Am Bache steht daselbst mürber, graublau gefärbter Sandstein an, der sehr dünnplattig ist, ganz so, wie an der vorhin geschilderten Localität, und Holzeinschlüsse sowie die eigenthümliche Wülste des Flyschsandsteines zeigt. Die Schichten streichen hier hora 7—8 und fallen mit 20° nach Norden ein. Der Bach verläuft senkrecht auf die Streichungsrichtung. — Die Kohle kommt nur in langgestreckten, kaum zolldicken und ganz schmalen Lagen vor, welche ganz das Aussehen von verkohlten Stämmen zeigen. Ein solcher Kohlenstreifen zeigte sich ganz erfüllt von länglich ellipsoidischen, der Länge nach gerieften, braunen Körpern, welche ihrer Form nach einigermassen an Früchte erinnern konnten, bei genauer Untersuchung in Dünnschichten sich jedoch als abgestossene Holzstückchen erwiesen, also als Überreste von eingeschwemmten Hölzern aufgefasst werden können.

Wir haben es dabei mit Resten von einem homogenem Holze zu thun, welches sofort auf Gymnospermen-Ursprung weist. Unter den Hölzern der Gegenwart steht, nach einer vergleichenden Untersuchung, welche Herr Prof. Dr. Andreas Kornhuber so freundlich war vorzunehmen, *Abies pectinata* am nächsten. Das Holz aus der oberen Kreide von Konino lässt die Jahresringe auf das genaueste erkennen, besitzt ausschliesslich einreihige Markstrahlen und ist frei von harzerfüllten Intercellularräumen. Interessant ist, dass auch aus dem „Grünsande" Ost-Galiziens Holzreste bekannt geworden sind (Stur: in den Verh. d. k. k. geol. R. A. 1869, Heft 46, — Schwackhöfer: Jahrbuch d. k. k. geol. R. A. 1871, S. 227 ff.), welche mit Holz von *Abies excelsa* viele Ähnlichkeit besitzt und als „*Pinus Petrinoi*" bezeichnet wurde. — Herr Oberbergrath D. Stur schreibt mir, dass für's Erste nichts Anderes übrig bleibt als zu sagen, dass unser Fund von einer *Pinus* nov. sp. stammt. Hoffentlich wird es noch gelingen, genauere Untersuchungsergebnisse bekanntzugeben.

Die Kohle ist eine bitumenreiche, mattglänzende Braunkohle. Sie liegt unmittelbar über einer besonders festen Sandsteinbank und ist von mergeligen, mürben, Sandsteinen überlagert. In einer etwa einen Meter über der kohlenführenden Schichte liegenden mürben, graublauen Sandsteinbank fand mein Begleiter Herr Zlatarski sehr grosse und dickschalige Austern, und zwar konnten wir zweierlei Formen unterscheiden: eine breite und eine langgestreckte Art. Nähere Bestimmungen waren nicht möglich.

Das ganze Kohlenvorkommen erinnert lebhaft an die von Foetterle (Verhandl. 1869, S. 193) gegebene Darstellung des Auftretens von Kohle in den offenbar gleichalterigen Sandsteinen mit mergelig-schieferigen Einlagerungen, zwischen Katanec und Koromazlö, östlich vom Vid, wo die Kohle ebenfalls „ganz schmale Streifen" bildet. Auch bei Katanec ist die Kohle höchstens 1—2" mächtig und kann „ihr Auftreten mit dem Namen eines

Flötzes kaum bezeichnet werden." Ein anderes derartiges Vorkommen sah Foetterle bei Illanü, gleichfalls in der Nähe von Katanec. Als andere Fundstellen wurden ihm bezeichnet Kolenik zwischen Lovča und Ogarčin und Lepenica (?Lipnica) NW. (W) von Vidraz (Vidrar). Schröckenstein hat (Jahrbuch 1871, S. 274) auf seiner Route dieselben Verhältnisse angetroffen. Er fand Sandstein mit vielfachen Kohlenschnürchen. Von Katanec führt Foetterle das Vorkommen von Platten mit Orbitolinen (Orbituliten) als Dachdeckmaterial an.

Vergleicht man die von Foetterle gemachten Beobachtungen mit den Verhältnissen, die ich auf meiner Route constatiren konnte, und weiterhin mit den Verhältnissen, welche ich seinerzeit bei Vraca zu studiren Gelegenheit hatte, so ergibt sich die Thatsache, dass die Kreidebildungen weithin in westöstlicher Richtung zonenförmig verlaufen.

12. Von Konino über Beševica und Kremena nach Vraca, und über Banica nach Rahova.

Oberhalb Konino, an der knieförmigen Krümmung des Isker, sieht man deutlich, dass zweierlei Kalke die Mauerfelsen zusammensetzen: graue, mergelig-dichte, plattig brechende, von welchen die letzteren auf den Höhen auftreten und besonders reich an Fossilien sind. Das Liegende bilden aber gelblichgraue, mürbe Sandsteine, die in dicken Bänken abgesondert sind.

Die lichtgrauen Hangendkalke kommen in grossen Blöcken herab. Sie enthalten grosse graue Feuersteinknollen.

Was die Fossilreste aus den lichten Kalken anbelangt, so fanden sich hierin in einem Blocke:

1. *Hemiaster* spec. Ein Bruchstück, das noch am besten dem nach rückwärts stark ansteigenden *Hemiaster minimus* Des. (Loriol l. c. XXXII, Fig. 1—3) aus der Etage Vraconnien entspricht.

2. *Terebratulina* spec. (etwas ähnlich ist *Terebratulina Bourgeoisii* d'Orb.) (Taf. IV, Fig. 7). Auch eine kleine, an *Terebratulina auriculata* erinnernde Form liegt vor.

3. *Rhynchonella*, aus der Formenreihe der *Rhynchonella compressa* Lam. (oder *Rh. difformis* Lam., *Rh. contorta* d'Orb.?). Eine auffallend verzerrte Form, welche ihre Verwandten in der oberen Kreide besitzt. So liegen z. B. im k. k. Hof-Mineraliencabinete in Wien Stücke vom Hirschsprungsteig bei Piesting und vom Hauskogel vor, die zum Verwechseln unseren Formen ähnlich sind. Die letzteren sind nur noch mehr verzerrt als jene aus der Gosau. Von den französischen Formen ist *Rhynchonella Eudesi* Coq. von Epagnac, aus der Etage Santonien am ähnlichsten. Die Falten am Stirnrande haben bei unseren Stücken, wie aus den Abbildungen (Taf. IV, Fig. 8) hervorgeht, einen ganz entgegengesetzten Verlauf, die Exemplare sind förmlich enantiomorph. (Man vergl. Suess, Brachiopoden d. Gosau-Form. Denkschr. d. kais. Akad. Bd. XXV, S. 81.)

4. Auch eine stark aufgeblähte, an *Rhynchonella Gibbsiana* Sow. erinnernde Form wurde gefunden.

5. *Ostrea* spec. (wahrscheinlich eine neue Art) (Taf. IV, Fig. 9). Eine kleine Form mit leicht geschwungener Schale, welche durch einen stark ausgeprägten Wulst in der Wirbelgegend auffällt. Diese Buckelbildung erinnert etwas an die Schalenabsätze bei *Plicatula*. In der Form der Rippung schliesst diese kleine *Ostrea* sich an *Ostrea Peroni* Coq. aus dem Santonien (Ostrea, Taf. 35 u. 38) an; die buckelige Schalenoberfläche unterscheidet sie jedoch von den beschriebenen Formen.

6. *Ostrea* cf. *Boussingaulti* d'Orb. liegt in kleinen Exemplaren vor.

7. Auch eine etwas geschwungene an *Ostrea rectangularis* Roem. anschliessende Form liegt vor.

8. Hier sei auch eine an *Monopleura Michaillensis* Pict u. Coq. aus dem Urgonien (St. Croix, Taf. 147) erinnernde Schale erwähnt. Liegt in mehreren Steinkernen vor. An einem der Stücke ist die Schale erhalten, welche grobe Längsstreifung erkennen lässt (Taf. IV, Fig. 10).

9. *Pecten* spec. (ähnlich ist *Pecten Cottaldinus* d'Orb. aus dem Neocom). Eine kleine, glatte Form — die rechte Klappe mit dem Bissuseinschnitte — liegt vor (Taf. IV, Fig. 11).

10. *Janira* spec. liegt in mehreren Stücken vor; und zwar sowohl in den stark gewölbten Ober-, als auch in den gleichmässig gerippten Unterklappen. *Janira aequicostata* d'Orb. aus dem Cenomanien dürfte die zunächst stehende Art sein.

11. Endlich liegt auch eine kleine *Anomia* spec. ind. vor.

In den Weingärten westlich von der Iskerkrümmung treten die mürben Liegendsandsteine auf, welche auch hier sanft nach Norden gerichtetes Einfallen zeigen. Um nach Beševica zu gelangen, überschreitet man einen nicht sehr hohen Rücken, von dessen Höhe man den Zug der „Kosmatica" vor sich sieht, eine Reihe von Bergen, welche alle auf den Höhen mit Kalktafeln bedeckt sind, die ihre Steilabstürze gegen das zwischen den beiden Rücken verlaufende Thal kehren. Der südliche Zug setzt beim Ciftlik, zwischen Konino und Radovan auf das rechte Isker-Ufer hinüber. Beim Abstieg gegen Dolni-Beševica kamen wir auf eine zwischen mürben, braunem

Sandsteinen liegende Bank, die eine ziemlich formenreiche Fauna lieferte. Am auffallendsten ist das häufige Auftreten von Spongiten und Korallen, neben grösser gefalteten Ostreen, Exogyren u. dgl.

Es konnten daraus die folgenden Faunen bestimmt werden:

1. *Siphonia (Hallirhoa)* spec. Eine stiellose breite Form, mit grossen, von zum Theil gegabelten Radialfurchen umgebenen Auswurfsöffnungen. Das eine der Stücke besitzt eine deutliche, grosse Auswurfsöffnung und ausserdem hie und da zwischen dem Lithistiden-Maschenwerk kleine Einströmungscanäle (Taf. IV, Fig. 12); ein zweiter, ganz flacher, stark abgewitterter Spongit lässt eine grosse Anzahl grosser, und eine noch grössere Zahl kleiner Öffnungen erkennen (Taf. IV, Fig. 13).

2. *Scyphia* (?) spec. ind.

3. *Polytremacis* spec. (ähnlich *Polytremacis Blainvilleana* d'Orb.) (Taf. IV, Fig. 14). Ein Exemplar einer kleinen zierlichen Helioporiden-Form liegt vor in Gestalt unregelmässiger, gerundeter Stöckchen. Die Sterne sind sehr klein (1^{mm} im Durchmesser), ragen etwas über die Oberfläche vor und lassen einen Kranz von 14—16 kurzen Rippchen erkennen. Der Raum zwischen den Sternen ist über und über bedeckt mit kleinen feinen Poren, welche hie und da eine Anordnung in Reihen erkennen lassen.

Ähnliche Formen bildet Reuss (Gosau, Taf. 24, Fig. 4—7) als *Polytremacis Blainvilleana* ab, doch sind hier weniger Rippen (8—14) vorhanden. Wir haben es wohl mit einer neuen Form zu thun.

4. *Heliastraea* spec. Liegt in mehreren halbkugelig-knolligen Stockmassen vor. Es ist eine Form, welche der in meiner letzten Mittheilung geschilderten Form von der Luberašda am nächsten verwandt sein dürfte. (LXXXI. Bd. d. Sitzungsb. S. 261.)

5. *Columnastraea* (?) spec. Ein kleinzelliges zierliches Stöckchen.

6. *Latimaeandra* (?) spec. (Taf. IV, Fig. 15). Ein wenig gewölbter Stock, der mit breiter Fläche aufgewachsen war. Die Sterne sind wohlumschrieben, unregelmässig polygonal, seicht bis ziemlich tief, durch schmale Rücken umgrenzt. Die Axe ist gekörnelt, schwach spongiös, die Sternleisten sind zahlreich.

Ähnlich ist *Latimaeandra morchella* Reuss (Gosau, Taf. XXI, Fig. 9, 10).

7. *Reptomulticava micropora* Roem. In ziemlich grossen Stöckchen.

8. *Ostrea* cf. *Minos* Coq. Eine sehr grosse, gefaltete *Ostrea*. Stark abgewittert. Unser Exemplar ist grösser als die von Coquand (Ostrea, Taf. 73, Fig. 5—9) abgebildeten Exemplare.

9. *Ostrea Couloni* Defr. var. Eine grosse Auster, die der Form sehr nahe steht, welche Pictet und Campiche (St. Croix, Taf. 188, Fig. 2) darstellten, doch ist der Wirbel unseres Exemplares weniger gekrümmt; dasselbe ist auch breiter als das von Coquand (Ostrea, Taf. 74, Fig. 1 u. 2) abgebildete grosse Exemplar.

10. *Gervillia* (?) *(Pterinella)* nov. sp. (Taf. IV, Fig. 16). Eine kleine, sehr ungleich klappige Form; die rechte Klappe ist stark aufgebläht und trägt in der Wirbelgegend eine Anzahl ungleich starker Längsstreifen, welche auch über den hinteren Flügel hinabziehen, die linke Klappe dagegen fast ganz flach. Es scheint, als hätte man es hier mit einem ganzen Exemplar von *Pterinella crassitesta* zu thun. Am ähnlichsten erscheinen in der äusseren Form junge Exemplare von *Gervillia alaeformis* d'Orb., doch ist unser Exemplar viel zu kräftig gebaut, um für ein Jugendexemplar genommen werden zu können.

11. *Lucina* cf. *Vibrayeana* d'Orb. (Terr. crét. Taf. 283, Fig. 5—7). Eine flache, fein concentrisch gestreifte Form (Taf. IV, Fig. 17).

12. *Ptychomya* cf. *neocomiensis* de Loriol (Taf. IV, Fig. 18). Nur in einer Klappe vorliegend, welche jedoch die bezeichnende schöne Sculptur der Schalenoberfläche auf das beste erkennen lässt, so dass die Bestimmung mit ziemlicher Sicherheit vorgenommen werden kann, wenngleich unser Exemplar viel grösser ist, als die Form aus dem Neocomien moyen (Pictet u. Campiche, St. Croix, III. Taf. 77, Fig. 9—12). Der Wirbel ist bei unserem Stücke noch mehr nach vorne gezogen, als bei der citirten Form.

13. *Nerinea* spec. (Taf. IV, Fig. 19). Eine sehr hochgewundene, spiral gestreifte Art mit besonders starken Streifen in der Nähe der Naht (vielleicht eine neue Art).

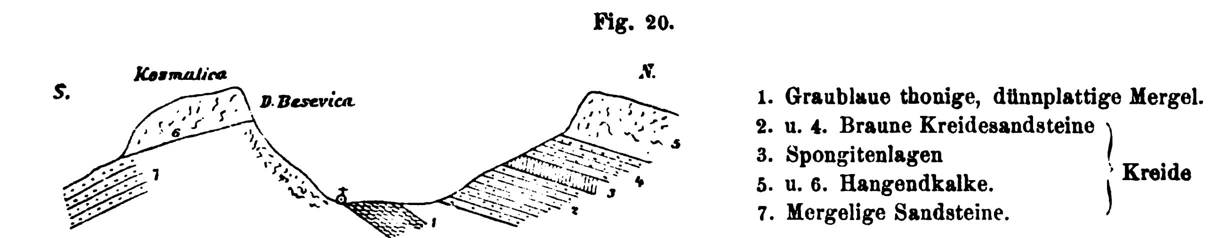
Fasst man das gegebene Verzeichniss ins Auge, so ergibt sich, dass wir es aller Wahrscheinlichkeit nach mit Schichten zu thun haben, die der obersten Abtheilung des Neocom zuzurechnen sind.

Die Dörfer Dolni und Gornje Beševica liegen in einem breiten, ziemlich fruchtbaren Thale, das in Sandsteine und Mergel eingeschnitten ist, während die Höhen, wie erwähnt, mit Kalkbänken gekrönt sind. Sandsteine und Kalke fallen auf der nördlichen Thalseite nordwärts ein.

Über den Kosmatica-Rücken gingen wir zwischen den beiden genannten, weit von einander entfernt liegenden Dörfern. Erst auf der Höhe fand sich anstehendes Gestein; das Gestein des Abhanges ist unter Schuttbedeckung verborgen. Auf der Höhe steht ein fast weisser, halb krystallinisch körniger Kalk an, der in seinem petrographischen Aussehen an die Caprotinenkalke von Vraca erinnert. Das Vorkommen von Caprotinen konnte hier jedoch nicht constatirt werden, dagegen fanden sich eine Strecke unterhalb des Überganges, auf der nach

Süden allmälig abdachenden Hochfläche, Exogyren, welche in der Form der Schale entfernt an *Exogyra columba* Gldf. erinnern. (Vergl. Taf. IV, Fig. 20.) Am ähnlichsten ist wohl *Ostrea (Exogyra) conica* d'Orb. (Terr. crét., Taf. 479, Fig. 112.) Von *Ostrea decussata* Coquand (Ostrea, Taf. VII, Fig. 12) unterscheiden sich unsere 2 Exemplare durch den gewölbten Rücken.

Fig. 20.



1. Graublaue thonige, dünnplattige Mergel.
2. u. 4. Braune Kreidesandsteine
3. Spongitenlagen
5. u. 6. Hangendkalke.
7. Mergelige Sandsteine.

(2.–7.) Kreide

Auf der bezeichneten Abdachung ist das Gebirge vollkommen kahl und zeigt Karsterscheinungen; erst weiter nach abwärts und gegen den Isker hin, ist das Land bebaut. Den Karrenbildungen ähnliche Erosionsformen zeigen die kahlen Kalkfelsflächen allenthalben. In dem Bachbette, das sich zwischen Staroselo und Vlašcoselo hinabzieht, treten Mergel und Sandstein auf und damit beginnt wieder das Ackerland. Am Wege nach Kremena kamen wir nochmals an die Kalke, welche bis Gornje-Kremena hinabreichen.

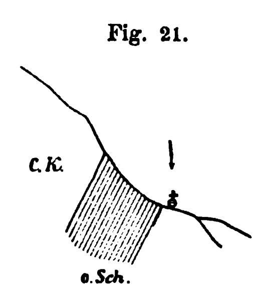
Die Kalkbänke zeigen hier Einfallen gegen SW. mit 15°, so dass sich daraus die Annahme ergibt, dass man es im Thale von Beševica mit einem anticlinalen Aufbruch-Thale zu thun hat.

Von G. Kremena weg, ritten wir über Sandsteine, unter welchen in den tiefen Thaleinschnitten mürbe, sandige Mergel in festeren Zwischenschichten auftreten. Diese letzteren sind an einzelnen Stellen förmlich in linsenförmige und brotförmige Massen aufgelöst. Bald kamen wir wieder auf den weissen Hangendkalk. Etwas mehr als eine Stunde vor Vraca kommt man, bei einem einsamen armseligen Han, an graue, hie und da hornsteinführende Kalke, welche leider keine bestimmbaren Fossilreste enthalten. Es fanden sich nur eigenthümliche kleine, stäbchenartige Dinge von flach ellyptischem Querschnitte, die keine nähere Bestimmung zulassen. In einer dunkler gefärbten, sandig-kalkigen Schichte fanden sich grössere derartige Stücke. Sie sind mit einer feinen Querstreifung versehen und erinnern etwas an Ausfüllungen von Wurmröhren oder Wurmspuren, welche nachträglich plattgedrückt worden sind.

Auch diese Schichten zeigen eine ganz geringe Neigung gegen SW. also gegen die Kalkmauern des Vraca Balkan: die Suva Planina und den Kotla. Auch die hornsteinführenden Kalke des „Koztalevska Mogila" sind nach Süden geneigt.

Während die Gesteinsschichten, von Konino bis gegen Vraca hin, überall nur ganz geringe Neigungswinkel zeigen, wird das Einfallen, oder vielleicht besser die scheinbar widersinnige Stellung der Schichten steiler, deren Übereinanderlagerung ich schon an einem anderen Orte geschildert habe. (LXXVII. Bd. d. Sitzungsb.) Die Sandsteinschichten (mit Orbitolinen fallen bei Vraca mit 50° gegen Süden ein, so dass das Profil an Ort und Stelle etwa folgendermassen gezeichnet werden musste. (Fig. 21.) Diese steile Schichtenstellung am Rande des Kalkgebirges ist gewiss bemerkenswerth, wenn man in Betracht zieht, wie gering die Neigung derselben Orbitolinenschichten bei Belince ist. Im Übrigen muss ich in dieser Beziehung auf die schon früher gegebene Darstellung dieser Verhältnisse verweisen.

Fig. 21.

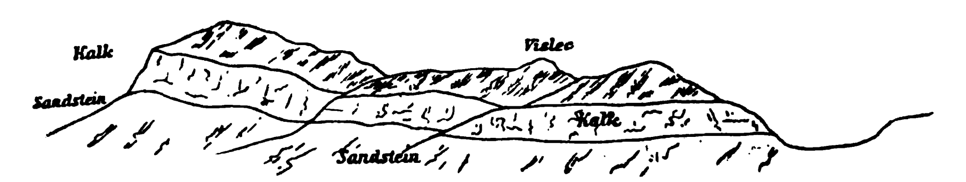


C.K. = Caprotinenkalk.
O.Sch. = Orbitolinenschichten.

Auf der Route von Vraca nach Rahova (70 Kilometer), kommt man zuerst über Mergel und Sandsteine, über welche sich die Strasse hinanzieht. Nur auf den Höhen rechts, erheben sich über den Sandsteinen Kalkmauern, welche, bei geringer Neigung nach Norden, weit nach Osten hin zu verfolgen sind, indem sie mit ihren Abstürzen die Erscheinungen, die wir an der Kosmatica bei Beševica beobachten konnten, am Vislec und Brbotov Kamen wiederholen. Ja die beiden Berge können wohl geradezu als die directe

Fortsetzung der Berge im Westen von Konino betrachtet werden. Über den kahlen Kalkschroffen erheben sich noch bewaldete Höhen.

Fig. 22.



12 Kilometer von Vraca kommt man über Sandsteine, deren Schichtflächen mit Wülsten bedeckt sind. Als Strassenschotter sind hornsteinreiche Kalke und ungemein mürbe Kreidekalkmergel in Anwendung.

Vor Mramoreni — 14 Kilometer von Vraca — kommt man auf den Kalk. Derselbe ist grau gefärbt, sehr feinkörnig bis dicht mit späthigen Partien und enthält neben der echten *Caprotina ammonia* Gldf. auch Orbitolinen (Patellinen), und zwar kommen beiderlei Fossilien auf denselben Handstücken vor. Die Orbitolinen finden sich in verschiedener Form und Grösse. Alle dürften als zu *Orbitolina concava* Defr. gehörig zu betrachten sein.

Wie es scheint, unter diesen westöstlich streichenden und in 10° gegen S. einfallenden Caprotinenkalken treten schöne, etwas lichter gefärbte, oolithische Kalke auf, welche leider keine besser erhaltenen Fossilreste lieferten.

Die Strasse bewältiget dann in mehreren Stufen Ausläufer der aus Kalk aufgebauten Kitka Mogila, worauf man auf eine Hochebene gelangt, die sich weithin erstreckt. Zwischen 22 und 23 Kilometer Entfernung von Vraca, treten, an einer Brücke, die Caprotinenkalke unter einer mächtigen Lehm-Humusdecke abermals hervor und setzen auch jenseits des Skit die Höhen bei Ohodna zusammen, sich in breitkuppigen Bergen weithin nach Ostnordost erstreckend. Am Berge von Ohodna zeigen die Schichten nordwestliches Einfallen.

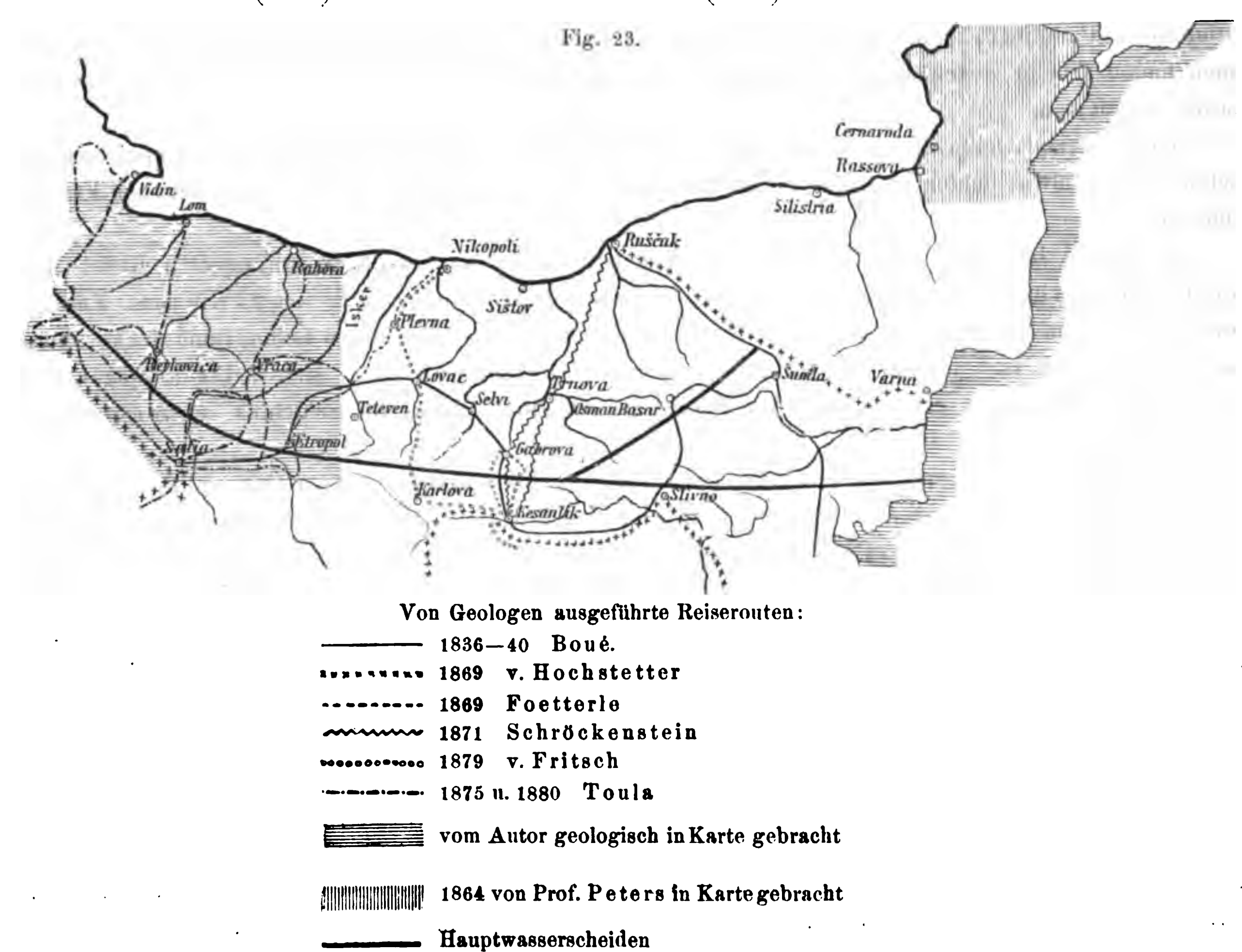
Bei Banica (24 Kilometer von Vraca) fanden wir an der Strasse grosse Massen eines splitterigen, weissen, aussen gelblich gefärbten Kalkes aufgehäuft, welche für den Brücken- und Strassenbau bestimmt sind. Dieselben enthalten eine Unmasse von Cidaritenstacheln. Darunter erscheint eine kleine, zierliche Form, welche an die von de Loriol (Valangien d'Azier, Taf. III, Fig. 3—4) als *Pseudodiadema Caroli* bezeichneten, erinnern. (Taf. IV, Fig. 21.) Das spitze Ende zeigt eine deutliche Längsfurchung. Ausserdem kamen aber auch grosse, keulenförmige Stacheln vor (Taf. IV, Fig. 22), welche auf der Keule mit groben Knoten bedeckt sind. Sonst finden sich nur undeutliche Bivalven und Gastropoden neben Spongitenkörperchen vor, förmliche Breccienkalke bildend.

Schon oberhalb Borovan stellt sich der gelbe, alles Gestein verhüllende Löss ein, welcher von hier weg bis nach Rahova, die weiten, gleichförmigen und über alle Massen langweiligen Plateauflächen bedeckt, so dass in den kleineren Wasserrissen die Liegendgesteine nicht zu Tage treten. Erst auf der Höhe vor Rahova kommt man wieder auf anstehendes Gestein: auf die Eingangs besprochenen sarmatischen Kalksteine, welche übrigens das ganze Gebiet nördlich von der Kreidekalkzone mit zusammensetzen dürften.

II. Übersicht der in dem untersuchten Gebiete auftretenden Formationen.

Wenn wir die Reisen von Forschern auf dem Gebiete der geologischen Wissenschaft im Bereiche des Balkan-Zuges in Karte bringen, so finden wir, dass auf das ganze Stück des Gebirges, westlich vom Mali-Isker bis an die altserbische Grenze, keine einzige Route entfällt; es war dieser Theil des Gebirges in geologischer Beziehung vor meinen Reisen so viel wie unbekannt, denn ausser einigen von Herrn Felix Kanitz hin und wieder gesammelten Gesteinsstücken lag gar nichts vor. Um den mittleren und östlichen Balkan ist es dagegen schon etwas besser bestellt, und sind hier in erster Linie die Reisen unseres hochverehrten Altmeisters Dr. Ami Boué (1836—1840),[1] jene von Hofrath v. Hochstetter (1869)[2], von weiland Bergrath Foetterle (1869)[3], von Schröckenstein (1871)[4] und von Prof. Dr. v. Fritsch (1879)[5] anzuführen.

Fig. 23.



---

[1] Esquisse géologique de la Turquie d'Europe. Paris 1840. „Mineralogisch-geolog. Detail über einige meiner Reiserouten in der europäischen Türkei." LXI. Bd. d. Sitzungsb. 1870.

[2] Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870, S. 365—461 und 1872, S. 331—358.

[3] Die geologischen Verhältnisse der Gegend zwischen Nikopoli, Plewna und Jablanica in Bulgarien. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. S. 187 ff. — Petrefacten aus der Gegend zwischen Plewna und Jablanica. Ebenda S. 373 ff.

[4] Geologische Notizen aus dem mittleren Bulgarien. Jahrbuch 1871, S. 273—279. — Vom Czipka-Balkan. Jahrb. d. k. k. geol. Reichanst. 1872. S. 235—240.

[5] Beitrag zur Geognosie des Balkan. Vortrag, gehalten zu Halle am 15. Nov. 1879.

Damit ist die geologische Literatur über den Balkan erschöpft. Betrachtet man die vorliegenden geologischen Karten, so sind bekanntlich nur zwei zu erwähnen, die von Dr. A. Boué angefertigte Manuscriptkarte der europäischen Türkei (1850) und Hochstetter's geologische Übersichtskarte des östlichen Theiles der europäischen Türkei. Auf ersterer ist der westliche Theil des Balkan in seiner Gänze als aus Kreidekalken bestehend, angenommen, und wird weiter östlich eine mächtige krystallinische Masse mit jüngerem Eruptivgesteine (südlich von Etropol) angegeben. Diese krystallinischen Gesteine sind als bis nach Dragoman (Route: Sofia-Pirot) reichend, verzeichnet. Auf Hofrath v. Hochstetter's Karte werden die krystallinischen Schiefergesteine weniger weit nach Westen, bis gegen Taškesen angegeben. Das ganze westliche Gebiet aber wird als Kreideterrain colorirt, indem sich der Autor dabei auf die von Boué und Foetterle constatirten Thatsachen stützte, und sie mit seinen eigenen Erfahrungen (längs der Route Sofia-Pirot) in Zusammenhang brachte. Da in der That im Osten die Kreideformation fast zur Alleinherrschaft gelangt, wie dies schon für den Meridian von Jablanica (Foetterle's südlichster Punkt) gilt, und auch die genannte Hauptstrasse Sofia-Pirot, durch ein ausgezeichnetes Kreideterrain führt, war wohl der Schluss auf eine Continuität der beiden Bildungen mit grosser Wahrscheinlichkeit zu ziehen, und ich gestehe, dass es mir nicht geringe Überraschung gewährte, als ich schon bei der ersten Balkan-Passage (Sveti Nikola-Balkan), die grosse Ausdehnung krystallinischer Massengesteine und krystallinischer und halbkrystallinischer Schiefergesteine im westlichsten Theile des Gebirges erkannte, und bei jeder ferneren Übersteigung des Gebirges, immer wieder das Vorkommen älterer Bildungen constatiren konnte, sowie ich auch über den Charakter des Gebirges, seine über Erwarten steil geböschten Hänge im Norden einigermassen überrascht war. Ein Blick auf den beifolgenden Versuch einer geologischen Übersichtskarte lässt die verhältnissmässig schmale Zone älterer (paläozoischer) Gebirgsglieder erkennen, durch welche die beiden vorhin bezeichneten Kreideterrains von einander geschieden werden.

Ich werde mir nun erlauben, die einzelnen, im Gebiete der vorliegenden Karte vorkommenden Formationen in ihrer Aufeinanderfolge zu charakterisiren, und ihre Verbreitung zu bezeichnen, um so ein Bild des Gebirgsaufbaues zu erhalten, so weit sich ein solches, auf Grund meiner eigenen Beobachtungen gewinnen lässt, welche ich, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, mit Ausnahme einer einzigen Route im östlichen Theile, allein mit Sicherheit den Ausführungen zu Grunde legen kann. Dabei werde ich es aber nicht unterlassen, die nöthigen gelegentlichen Parallelen mit den Ergebnissen anderer Forscher, im östlichen Theile des Gebirges, zu ziehen.

In Bezug auf die Ausführung der Karte habe ich nur noch zu betonen, dass ich die Reise-Routen auf dem Kartenentwurfe ersichtlich gemacht habe, um dadurch beim ersten Anblicke darzulegen, wo den Darstellungen ein höherer und wo ein geringerer Grad von Sicherheit innewohnt, um so zugleich den Massstab für die Verantwortlichkeit beizufügen. In Bezug auf die südliche und südöstliche Umrandung des Beckens von Sofia sei erwähnt, dass ich dabei die Darstellung auf v. Hochstetter's geologischer Karte der Central-Türkei (1872) zu Grunde gelegt habe.

I. Die jüngeren (quarternären und tertiären Ablagerungen.

Was die Lössdecke Nord-Bulgariens anbelangt, so hat Foetterle dieselbe (l. c. S. 109 ff.) schon charakterisirt; sie erstreckt sich von der Donau, in unserem Gebiete 20—40 Kilometer, weit nach Süden, und findet sich auf Höhen bis über 400 Meter. Sie bildet über alle Massen langweilige, nur zum Theile bebaute und weithin Steppencharakter zeigende Hochflächen. Die Stellen, wo unter dieser Decke die sarmatischen Ablagerungen zu Tage treten, wurden am Eingange des vorliegenden Berichtes angeführt. Über das Auftreten im äussersten Westen berichtet Nr. 3 meiner Mittheilungen (LXXV Bd. d. Sitzb. 1877). Es ist eine gewiss auffallende Thatsache, dass das Vorkommen der mediterranen Ablagerungen im Westen nirgends constatirt werden konnte, während doch Foetterle bei Plevna „Leithakalk und Badener Tegel" in typischer Ausbildung angetroffen hat. Ob dies auf die weniger tief eingreifende Erosion zurückzuführen sei, oder ob diese älteren miocenen Bildungen hier, ähnlich so wie weiter östlich auf der Linie Rusčuk-Varna, vollkommen fehlen (v. Hochstetter, 1870, S. 402) muss einstweilen dahingestellt bleiben.

In Bezug auf die Thalbecken-Ausfüllungen im Gebirge habe ich nur hervorzuheben, dass dieselben im Kleinen die Erscheinungen wiederholen, welche das grosse und weite Hochbecken von Sofia zeigt, das ganz und gar das Aussehen eines zum Abflusse gelangten Seebeckens trägt, mit weit gegen die Beckenmitte vorgeschobenen Schotterkegeln, die in weithingestreckte Terrassen verschmolzen sind. Solche rings umschlossene kleine Becken gibt es eine grosse Menge. Ihre Ausfüllung, soweit sie sich erkennen lässt, deutet allenthalben auf geringes Alter. Von Ost nach Westen wären die folgenden anzuführen: Die flachen Hochmulden von Zlatica und Mirkovo, an der südlichen Grenze des Balkan, liegen im Gebiete des Glimmerschiefers, dessen Gebiet als der vorgeschobene Ausläufer des Rumelischen Flügels des alten Festlandes zu betrachten ist, welches den südöstlichen Theil der Balkan-Halbinsel zum Theil erfüllt, und an welches der Südfuss des Balkan förmlich angepresst erscheint.

Ähnlich so verhält sich das kleine Thalbecken von Komarci, an dessen Umgrenzung jedoch im Westen schon ein wichtiges Glied der Balkan-Formationen Antheil nimmt; das noch kleinere Becken von Taškesen dagegen ist rings von den rothen Sandsteinen umrandet.

Die genannten Becken bilden gewissermassen eine Fortsetzung der Kette von ganz jungen Thalbecken, welche den Südfuss des Balkan von Ost nach West begleiten, und deren Bedeutung für das Verständniss des Gebirgsbaues v. Hochstetter dargelegt hat (l. c. 1870, S. 399). Das Becken von Sofia, das grösste und wohl umgrenzteste, ist das westliche Glied dieser, an der Grenze zwischen dem Balkan und dem südlichen Festlande hinziehenden Beckenreihe. Im Südwesten von der letztgenannten grossen Mulde liegt das von Hochstetter beschriebene und in Karte gebrachte Braunkohlenbecken von Čirkva (l. c. 1872, S. 355). Die Frage, ob unter der mächtigen Decke von Alluvium im Becken von Sofia etwa ebenfalls Braunkohlen vorkommen, kann noch nicht beantwortet werden.

Kleine Becken finden sich dann an der Nišava; vor Allem die Becken oder besser die Thalweitungen von Pirot und Ak-Palanka.

So recht eigentlich im Balkan selbst ist nur das wohlumgrenzte, ziemlich ausgedehnte Becken von Orhanie zu erwähnen; es wiederholt im Kleinen die Erscheinungsformen des grossen Beckens von Sofia, ist aber fast durchgehends von paläozoischen Schiefern und von Sandsteinen umschlossen. Auf die übrigen alluvialen Thalweitungen soll hier nicht eingegangen werden und sei nur noch das kleine, ziemlich wohl umschlossene Thalbecken von Berkovica, im Gebiete der krystallinischen und halbkrystallinischen Gesteine erwähnt.

II. Die Kreideformation.

Das Auftreten von zwei, durch die balkanische Mittelzone geschiedene Kreideterrains, welche beide sich als Zonen bezeichnen lassen, ist schon oben in Kürze angedeutet worden: Die nördliche Kreidezone liegt im Süden auf den älteren Gesteinen auf, taucht jedoch im Norden unter die jungen Ablagerungen und ist auf weite Strecken unter der Lössdecke verborgen. Anders verhält sich das südliche Kreidegebirge. Es liegt als eine breite Zone, einerseits im Norden und Nordosten auf dem älteren Grundgebirge des Balkan; andererseits aber, im Süden und Südwesten, bilden die krystallinischen und halbkrystallinischen Gesteine der obermösischen und der west-serbischen Gebirge die Unterlage. Nach Südosten erstrecken sich diese Bildungen bis an die Stockmassen des Rilo und des Vitoš. Dieser südliche Zug von Kreidegesteinen ist es, welcher in der Richtung von Südost nach Nordwest aus Bulgarien, durch das östliche Serbien, das Land östlich von der, die westliche Grenzscheide bildenden unteren Morava, bis an die Donau streicht und dort den Anschluss findet, an den östlichen Sedimentzug der Banater Gebirge, wie dies schon aus der Darstellung, welche Boué auf seiner Manuscriptkarte gegeben hat, hervorgeht. Die geologische Untersuchung Serbiens kann erst das, was darüber noch in Zweifel steht, endgiltig lösen. Ein Vergleich der Kalke am Osren und Rtanj, im Süden von Alt-Serbien und der Orbitolinen führenden Sandsteine im Knjazevacer Kreise einerseits, der Kalkmassen des Stol, der Omoljeska Planina und der Bresovica mit jenen Bulgariens einer-, und jenen der Banater Gebirge andererseits, erscheint unerlässlich. Von höchstem Interesse ist gewiss auch die Thatsache, dass im östlichen

Serbien auch krystallinische Massengesteine von granitischer Ausbildung eine wichtige Rolle spielen; hat doch schon Tietze (Jahrb. d. k. k. geol. R. A. 1870, S. 579—583 u. S. 597) dargelegt, dass die krystallinisch-körnigen Kreidekalke des Stol unmittelbar auf Granit auflagern. Auf die Übereinstimmung dieser Thatsache mit dem Auflagern der isolirten Kalkmasse des Rabiš-Berges, in Nordwest-Bulgarien, habe ich schon bei einer früheren Gelegenheit (Sveti Nikola-Route, Bd. LXXV, Mai-Heft) hingewiesen. Auch die Darlegung des Verhältnisses zwischen den krystallinischen Gesteinen von Ost-Serbien mit jenen Bulgariens einer-, und jenen der Banater Gebirge andererseits, gehört mit zu den interessantesten Fragen, die durch die Fortsetzung der geologischen Forschungen auf der Balkan-Halbinsel zu lösen sein werden.

Was den Charakter und die Gliederung der Kreideformation in West-Bulgarien anbelangt, so sei in Kürze darüber Folgendes angeführt.

Vor Allem muss hervorgehoben werden, dass in beiden Gebieten — im nördlichen und südlichen — Bildungen auftreten, welche fast durchgehends der unteren Kreide angehören, und dass in dieser Beziehung ein auffallender Gegensatz besteht, zwischen den ost- und west-bulgarischen Kreideablagerungen. Ein Blick auf die beifolgende Karte zeigt, dass, mit wenigen Ausnahmen, überall dort, wo bezeichnende Fossilreste gefunden wurden, dieselben auf neocomes Alter der betreffenden Ablagerungen schliessen lassen.

a) Obere (und mittlere) Kreide.

Ausnahmen sind mit mehr oder weniger Sicherheit nur anzuführen, aus der Gegend von Vraca und von Konino, von wo Andeutungen des Vorkommens von mittel- oder obercretacischen Ablagerungen vorhanden sind. In Bezug auf den ersteren Punkt sei des Weiteren auf die Darstellung der betreffenden Verhältnisse im vorstehenden Berichte und auf die im LXXVII. Bande der Sitzungsberichte (Nr. VII, S. 37 d. Sep.-Abdr.) gegebenen Darlegungen hingewiesen.

Es wurden daselbst gefunden:

Ananchytes ovatus Lam. (1 Ex.), *Cardiaster pillula* Lam. (häufig), *C. Ananchytis* Leske (2 Ex.), *Galerites* cf. *vulgaris* Quenst. (Var.), *Inoceramus* cf. *Cripsi* Mont. (sehr häufig), neben Resten von *Terebratula*, *Trochus*, *Ammonites* sp. und *Hamites* (?).

Von Konino liegt dagegen nur ein einziger, schlecht erhaltener Abdruck eines *Inoceramus* vor. Im Übrigen sei auf das auf S. 34 dieses Berichtes Angeführte verwiesen.

Ob von den Sandsteinen der Kreideformation irgend welche jüngeren Alters sind, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden; die gefundenen Reste von Pflanzen sind zu schlecht erhalten, um darüber einen Ausspruch zu thun. Immerhin wäre es für jene Sandsteine, welche als „flyschartig" oder als an Macigno erinnernd bezeichnet wurden, sehr leicht möglich. (Z. B. für die Sandsteine mit Kohlenschmitzen bei Konino.)

Solche jüngere Sandsteine dürften auch die bräunlichen glimmerigen Sandsteine sein, welche über den Orbitolinen-Mergeln bei Isvor (südlich vom Sveti Nikola, Nr. II d. Ber., S. 64) auftreten.

b) Untere Kreide.

Wo in Sandsteinen Fossilreste bezeichnenderer Art aufgefunden wurden, deuten dieselben überall auf höchstens urgones Alter, oder auf unteres Aptien hin.

Die Orbitoiden-Schichten.

Die betreffenden Localitäten seien in Kürze angeführt. Es sind in der nördlichen Kreidezone: Die Orbitolinen-Schichten bei Vraca (Bd. LXXVII, März-Heft, S. 27 ff. d. Sep.-Abdr.), mit

Orbitolina concava Lam., *O. lenticularis* Bemb., *O.* cf. *bulgarica* Desh. (sehr häufig), *Reptomulticava micropora* Roem., Stacheln von Cidariten, *Ostrea Vracaensis* n. sp., *Rhynchonella* cf. *lata* d'Orb., *Terebratula* cf. *nerviensis* d'Arch., *Waldheimia* sp.

In einer anderen Schichte daselbst fanden sich:

Cerithium cf. *Forbesianum*, *Turbo* sp., *Astarte numismalis* d'Orb., *Cyrena* (?) *lentiformis* Roem., *Cardium* cf. *Ibbetsoni* Forb., *Pecten*, *Acropagia* (?) *gracilis* n. sp., *Terebratula* sp., *Rhynchonella lata* d'Orb. und *Orbitolina lenticularis* Bl.

Sichere Orbitolinen-Schichten sind dann noch bei Belince (S. 32 des vorliegenden Berichtes) aufgefunden worden.

Ausserdem kann auf das Vorkommen von Kalken mit *Orbitolina concava*, in typischen Exemplaren, neben Caprotinen, aus der Formenreihe der *Caprotina Lonsdali* d'Orb., nördlich von Vraca (S. 37 des vorl. Ber.) hingewiesen werden.

Das interessanteste Vorkommen von Orbitolinen-Schichten in der südlichen Kreidezone ist jenes von Kalnia. Daselbst wurden (LXXV. Bd. d. Sitzungsb., Mai 1877, S. 40 ff. d. Sep.-Abdr.) folgende Formen aufgefunden:

Orbitolina lenticularis Bl., *Orbitolina concava* Lin., *Spongia vola* Mich., *Craticularia bulgarica* n. sp., *Holocystis similis* n. sp., *Trochosmilia* spec., *Actinaraea* sp. ind., *Lobophyllia Requieni* Mich., *Reptomulticava* cf. *spongioides* Mich., *Radiopora bulbosa* d'Orb., *Ostrea* cf. *diluviana* Lin., *Terebratula* sp. ind., *Terebrirostris* und *Natica* sp. ind. Die Fossilien liegen hier in einem dunklen, mergeligen, mürben Gesteine.

Auf gleichalterige, fossilienreiche Orbitolinen-Korallen-Mergel und mergelige Sandsteine nördlich von Pirot, auf dem Wege nach der Temska, werde ich bei einer späteren Gelegenheit, wenn ich meine, auf das Gebiet südwestlich von der Nišava bezüglichen Beobachtungen zum Abschlusse bringen werde, zu sprechen kommen.

Schon aus diesem einen Beispiele — ganz ähnlich verhält es sich übrigens auch unmittelbar bei Vraca — geht der innige Verband hervor, in welchem mit den Orbitoiden-Schichten

2. die Caprotinenkalke stehen.

Was diese letzteren anbelangt, so wurden sie in der nördlichen Kreidezone an folgenden Stellen mit Sicherheit nachgewiesen:

[1.] An der Botunja zwischen Berkovica und Vraca. Hier wurden gefunden:

Caprotina (Requienia) cf. *Lonsdali* d'Orb. und kleinere Exemplare von *Caprotina (Requienia)* cf. *ammonia* d'Orb., *Lithodomus* spec., *Reptomulticava* spec. (*Chaetetes Coquandi* Mich. und daneben auch *Thamnastraea* sp., *Actinaraea* spec., *Isastraea* (?) spec. und andere Korallen. Der weisse Caprotinen-Korallenkalk hat hier alle Charaktere eines Riffkalkes.

[2.] Der Caprotinen-Korallenkalk bei Vraca, mit:

Caprotina cf. *ammonia* Gldf., *Caprotina spiralis* n. sp., *Caprotina* sp. ind., *Hinnites inquilinus* n. sp., *Ostrea* sp. ind., *Serpula antiquata* Sow., *Holocystis tenuis* n. sp.

[3.] Der Caprotinenkalk bei Čerepis im Isker-Defilé, mit *Caprotina gryphoides* d'Orb.

Alle drei Vorkommnisse gehören einem und demselben Kalkzuge an, welcher sich auch weiter nach Osten hin verfolgen lässt, und z. B. auch bei Ljutidol, zwischen Isker und Mali-Isker angetroffen wurde. Ob die Ausdehnung der Caprotinenkalke, von Vraca gegen Südwesten hin, in der That die grosse Erstreckung hat, wie auf der Karte angegeben, kann nicht mit Sicherheit behauptet werden.

[4.] Ein weiteres Vorkommen von Caprotinenkalk wurde auf dem Wege von Jablanica nach Dobrevci angetroffen. (S. 28 des vorl. Ber.) Die Dragovica Planina scheint ganz daraus zu bestehen, und das Kalkgebirge, welches von Foetterle (l. c. S. 194) zwischen Toroš und Golema Brasnica (unweit Jablanica) geschildert wurde: „es bildet ein zerrissenes, steiniges und felsiges, gebirgiges Terrain" mit tiefen Löchern und kesselartigen Vertiefungen, „welche unmittelbar an die Foiben und Dolinen des Karstes erinnern", dürfte als die unmittelbare Fortsetzung der Kalke der Dragovica Planina zu betrachten sein, wie denn auch Foetterle das Vorkommen von Caprotinen im Hangenden, von „Korallen, kleinen Gastropoden und undeutlichen Radioliten" im Liegenden derselben Masse angegeben hat.

[5.] Echte Caprotinenkalke werden, wie schon erwähnt, auch nördlich von Vraca angetroffen, welche bei Mramoreni neben Caprotinen auch Orbitoiden (*O. concava*) umschliessen.

In der südlichen Kreidezone sind sichere Caprotinenkalke nur südlich von der Nišava, und zwar bei Ak-Palanka, Pirot und bei Niš nachgewiesen worden. (Man vergl. darüber meine Abhandlung, Nr. IX im LXXXI. Bde. d. Sitzungsb. 1880, S. 1, 10 u. 76 d. Sep.-Abdr.)

[1.] Was das erstere Vorkommen unmittelbar bei Ak-Palanka anbelangt, so konnten daselbst folgende Formen nachgewiesen werden: *Latimaeandra* sp. ind., *Microsolena* spec., *Chaetetes Coquandi* Mich., *Ceriopora* (?), *Rhynchonella* spec. (cf. *Rh. lata* d'Orb.), *Terebratula* spec., *Caprotina* cf. *ammonia* Math., *Lima* spec. (cf. *L. Orbignyana* Mich.), *Pecten* cf. *Goldfussi* d'Orb., *Pecten* sp. ind., *Hinnites* spec., *Pinna* (?).

[2.] Bei Pirot, auf dem Kalkplateau im Westen von diesem Städtchen, finden sich Mergelbänke, erfüllt von Schalen der *Caprotina ammonia* Mich., so dass man von einer Caprotinenbreccie sprechen könnte.

[3.] Bei Niš, oder genauer bei Ostravica, zwischen Ak-Palanka und Niš, wurden gleichalterige Schichten mit *Caprotina* cf. *ammonia* Math., *Sphaerulites Blumenbachi* Stur (*R. neocomensis* d'Orb.), *Pecten* spec. und *Lithodomus* cf. *avellana* d'Orb. angetroffen.

Alle drei Vorkommnisse gehören einem weit ausgedehnten Zuge an, der sich von Nordwest nach Südost erstreckt. Auch die Kalke beim Steilanstiege nördlich von Ak-Palanka gehören zum Theile hierher.

3. Hier wären auch die „ober-neocomen Mergel" anzuführen, welche in der Isker-Enge von Čerepis angetroffen wurden (LXXVII. März-Heft,. S. 45 d. Sep.-Abdr.). An dieser Stelle wurden gesammelt:

Microsolena n. sp., *Nucleolites (Echinobrissus)* cf. *Olfersi* d'Orb., *Reptomulticava micropora* Roem., *Ceriocava subnodosa* Roem. sp., *Multicrescis* cf. *Michelini* d'Orb., *Multicrescis* sp., *Terebratula* cf. *sella* d'Orb., *Ostrea* cf. *Boussingaulti* d'Orb., *Lima Tombeckiana* d'Orb., *Serpula filiciformis* Sow. Diese Etage wurde von mir, als zwischen den Orbitolinenschichten und den Caprotinenkalken liegend, angenommen und wurde die Meinung ausgesprochen, dass man es dabei mit einer Zwischenriffablagerung zu thun haben dürfte.

Bildungen ähnlicher Art wurden ausserdem an mehreren Localitäten angetroffen. Um wieder zuerst die der nördlichen Zone anzuführen, sei noch das Vorkommen der in diesem Berichte (S. 28—32) beschriebenen Korallen-Bryozoen-Bivalven-Schichten bei Oreše (nördl. von Jablanica) erwähnt, — sandig-mergelige Gesteine, welche daselbst das Liegende der Orbitolinensandsteine bilden.

In der südlichen Zone sind dagegen zu erwähnen:

[1.] Die etwas oolitischen Bryozoenkalke zwischen Isvor und Miranovce (südlich vom Sveti Nikola-Balkan, Nr. IV meiner Berichte, LXXV. Bd., Mai 1877, S. 66 u. 76 ff.), mitfolgenden Fossilresten:

Ostrea cf. *serrata* Gldf., *Rhynchonella* cf. *multiformis* Roem., *Heteropora (Multizonopora?) Isvoriana* n. sp., *Ceriopora* spec., *Peltaster* cf. *stellulatus* Ag., Stacheln von *Diadema* und *Cidaris*, *Pentacrinus* spec. In einer, demselben Schichtencomplex angehörigen mergeligen Bank fand sich neben zahlreichen Bryozoen: *Prosopon inflatum* n. sp.

[2.] Die Mergeln nach der Miranovska Karaula, mit:

Reptomulticrescis neocomiensis de Loriol, *Pyrina pygea* spec., *Cidarites*-Stacheln, *Terebratula* cf. *sella* Sow.

Es ist am wahrscheinlichsten, dass dieser Etage auch die weiter im Südosten, im Temska-Gebiete und bei Dobridol, so mächtig entwickelten sandig-schieferigen Mergel, wenigstens zum Theile, angehören; dieselben mögen übrigens, der Hauptsache nach, dem nächst älteren, zum Theile aber auch stellvertretenden Schichtencomplex der schieferigen Kalkmergel mit *Crioceras* entsprechen.

4. Die mergeligen Kalke mit *Crioceras Duvali* und *Hoplites cryptoceras*.

Dieselben sind sicher nachgewiesen in der nördlichen Kreidezone, nahe der nördlichen Grenze derselben: bei Belimir und Kutlovica. (Man vergl. im vorl. Ber. S. 3 u. 11.) Sie mögen jedoch eine weite Verbreitung auch in den Kreideschichten östlich und westlich von beiden Punkten besitzen, für welche eine genauere Altersangabe nicht gemacht werden konnte. Ob nicht ein Theil der Kalke in der Schlucht bei Vrbova (Sveti

Nikola-Route, S. 43 d. Sep.-Abdr.) hierher gehört, kann nicht mit voller Sicherheit behauptet werden, die petrographische Übereinstimmung ist wohl sehr gross.

Zu weiterer Entwicklung kommen mergelige Kalke, von ganz gleicher oder sehr ähnlicher petrographischer Beschaffenheit, zwischen Isker und Vid, und ist es dieser Zug, in welchem die von Foetterle ausgebeuteten fossilienreichen dunklen Mergeln von Mahale Jablanica liegen. Foetterle führt daraus (Verhandl. 1869, S. 373) folgende Formen an:

Belemnites subfusiformis Rasp., *Ammonites (Ancylloceras) Matheroni* d'Orb., *A. (Olcostephanus) Jeanoti* d'Orb., *A. (Hoplites) cryptoceras* d'Orb., *A. (Haploceras) Grasianus* d'Orb. und *Crioceras Duvali*

Sicher nachgewiesen ist diese Etage auch bei Komaštica. (Dieser Bericht, S. 6).

Diese Etage gehört zu den am besten charakterisirten der balkanischen Kreideformation.

5. Nicht uninteressant ist das Auftreten von einer zweiten Kalketage, welche besonders in der südlichen Kreidezone grössere Verbreitung findet: das Vorkommen nämlich von weiss gefärbten, dichten bis körnigen Kalken, welche neben Korallen auch Nerineen enthalten. Dieser Etage entsprechen:

Ein Theil der Kalke bei Isvor, mit *Itieria* spec. und *Delphinula*;

die Hangendkalke der Suva Planina zwischen Niš und Ak-Palanka;

die später zu besprechenden Nerineenkalke im Osten von Trn (man vergl. auch v. Hochstetter, 1872, S. 351 u. 352).

Auch die Kalke beim Anstieg aus der Ebene von Sofia nach Norden, sowie die Kalke im Nordwesten davon: der Vidlic, die Basara Planina, die Bjelava Planina bei Pirot. Ein Theil der Kalke nördlich von Ak-Palanka gehört sicher gleichfalls hierher, sie lieferten neben undeutlichen Nerineendurchschnitten *Trochosmilia* spec. und *Chaetetes Coquandi* Mich.

In der nördlichen Zone wäre zu erwähnen:

Der Kalk des Rabiš-Berges mit Itierien, Nerineen, Korallen *(Thamnastraea, Montlivaltia, Placophyllia* (?)*)*.

Eine sichere Altersbestimmung der Nerineenkalke ist dermalen nicht anzugeben, doch glaube ich für einen grossen Theil derselben nicht fehl zu gehen, wenn ich sie sammt den Hornsteinkalken, als ein unterstes Glied der Kreideformation hinstelle. Freilich fehlt es nicht an Andeutungen, dass gewisse Varietäten, so z. B. jene zwischen Trn und Pirot, mit gedrungenen, grossen Nerineen, den Caprotinenkalken zum Theile wenigstens äquivalent sein dürften.

Auf der Karte habe ich auch die Hangendkalke der Stuhlberge bei Belogradčik — (Hornsteinkalke von ähnlicher Beschaffenheit wie jene zwischen Temska und Nišava) — mit den Nerineenkalken gleich bezeichnet; ob mit Recht, wird die Zukunft zeigen.

Aus dem im Vorstehenden gegebenen Überblicke über die Verbreitung und Gliederung der Kreideformation im westlichen Balkan, ergibt sich wohl scharf genug der Eingangs berührte Gegensatz, zwischen diesem Gebiete und der Kreide weiter im Osten. Während wir nämlich im Westen, bis auf wenige Andeutungen — und diese liegen gleichfalls im östlichen Theile — als dem Alter nach sicher bestimmbar, nur Bildungen vorfanden, welche dem Neocomien inférieur, dem Neocomien moyen, dem Urgonien und dem unteren Aptien, also mit einem Worte dem ganzen Umfang des Neocom entsprechen, sehen wir im Osten auch die obere Kreide zu grosser Entfaltung kommen. (Man vergl. darüber v. Hochstetter, 1870, S. 402 ff.)

In dem von Prof. Peters studirten und so meisterhaft dargestellten nordöstlichen Theile der Balkan-Halbinsel, in der Dobrudscha, wurden von älteren Karpathensandsteinen nur Andeutungen an einer einzigen Stelle (zwischen Akpunar und Ortakiöi) gefunden, ohne dass durch Fossilreste eine Altersbestimmung möglich geworden wäre. Alles, was von Kreideschichten sonst in diesem Theile des Landes gefunden wurde, deutet auf mittlere und obere Kreide hin. (Denkschriften, 1867, S. 190 u. 191.)

Die obere Kreide südlich von Plevna — (Foetterle, 1869, S. 192 hielt sie bekanntlich zuerst sogar für Eocän) — mit Exogyren, Rudisten, Ananchyten, Belemniten und Rhynchonellen dürfte wohl den Inoceramenkalkmergeln bei Čelopek unweit Vraca und bei Konino entsprechen.

Wenn v. Hochstetter (l. c. S. 407) von den Sandsteinen der Kreide („mittlere Kreide") mit Foetterle sagt, dass dieselbe, im Gegensatze zu der, nordeuropäischen Charakter zeigenden oberen Kreide, nordkarpathischen Typus zeige, so kann dies auch, wie wir gesehen haben, für die Sandsteine des westlichen Gebietes vollinhaltlich bestätigt werden. Was die Bildungen kalkig-mergeliger Ausbildung anbelangt, so zeigen diese hingegen manche schöne Übereinstimmung mit den gleichalterigen Ablagerungen in der „helveto-mediterranen" Bucht.

Vergleicht man die über den westlichen Sedimentzug des Banates gegebenen Schilderungen, so findet man viele Anklänge, an die im Vorstehenden dargelegten Verhältnisse. Auch im Banate kommen die Caprotinenkalke vor, welche in zwei, durch eine mächtige Zwischenlagerung von petrefactenreichen Mergeln und Sandsteinen — „die Orbitolinenschichten" — geschiedenen Etagen angetroffen wurden; die Übereinstimmung der Faciesgebilde besteht aber in einer Weise, wie sie nicht leicht vollkommener sein könnte. Die Altersunterscheidung in einen unteren und oberen Caprotinen-Horizont konnte ich im Balkan zwar nicht vornehmen, doch ist zu betonen, dass hier immerhin auffallende petrographische Unterschiede bestehen zwischen den grauen mergeligen Caprotinenkalken, wie sie nördlich von Vraca und wie sie südlich von der Nišava auftreten und den hellen, fast weissen, mauerartig aufragenden Caprotinenkalke im Vracanski-Balkan. (Südlich von Vraca.)

Den fossilienreichen Mergelschichten in den Sandsteinen des Banates scheinen z. B. die mergeligen Bänke mit Orbitolinen und Korallen von Kalnia Karaula zu entsprechen, aber auch die von der Temska bei Pirot, von Belince, nördlich von Jablanica und von Vraca dürften mit den „Orbitoliten Schichten" des Banates in vollkommenster Übereinstimmung stehen.

III. Die Jura-Formation.

Es ergibt sich durch einen Blick auf die Karte, dass die sicher jurassischen Ablagerungen sporadisch auftreten, in der Form von isolirten Schollen, welche theils unmittelbar auf krystallinischen Massengesteinen oder auf halbkrystallinischen, paläozoischen Bildungen, theils auf Bildungen, die dem Muschelkalke oder der unteren Trias angehören, aufgelagert sind. Wenn wir hier von den Hornsteinkalken mit Korallen absehen, die wir einstweilen als unterstes Glied der Kreideformation hinstellten, die aber, zum Theile wenigstens, immerhin auch als Malm oder Tilhon aufgefasst werden könnten (Rabiš-Berg, Stuhlberge bei Belogradčik), so haben wir doch mit voller Sicherheit sowohl unter-jurassische (Lias und Dogger), als auch ober-jurassische (Malm) Ablagerungen nachzuweisen vermocht. Diese Jura-Schollen wären von West nach Ost die folgenden: nördlich die Scholle bei Vrbova (Sveti Nikola-Route), die Scholle von Gaganci (nordwestlich von Berkovac) und jene von Etropol; südlich die isolirten Vorkommnisse von Lukanja, Basara und Slavinja, und die drei Vorkommnisse an der Hauptstrasse von Berkovica nach Sofia.

a) Der Malm. Zwei weit von einander abstehende Schollen, jene von Vrbova und die grosse Kalksteinscholle von Etropol, gehören zum Theile hierher.

Bei Vrbova sind es Kalke und Mergel von ganz ähnlichen petrographischen und Facies-Charakteren mit den *Crioceras*-Schichten des Neocom. In einer der Kalkbänke konnten die folgenden Formen nachgewiesen werden (Mai 1877, S. 49 ff. d. Sep.-Abdr.):

Sphenodus macer Quenst., *Lepidotus maximus* Wagn., *Belemnites* cf. *semisulcatus* Mnst., *Aspidoceras orthocera* d'Orb. sp., *Perisphinctes polyplocus* Rein. sp., *Per.* cf. *colubrinus* Rein., *Perisphinctes* sp. ind., *Simoceras Doublieri* d'Orb. sp., *Oppelia Holbeini* Opp. sp., *O. compsa* Opp. sp., *Phylloceras tortisulcatum* d'Orb. sp., *Ph.* cf. *isotypum* Benecke sp., *Aptychus* cf. *latus* Park., *A. bulgaricus* n. sp., *Aptychus* spec. (cf. *A. lamellosus* Park.), *Rhynchonella Agassizi* Zeuch. sp., *Rh.* cf. *sparsicosta* Quenst. sp. und *Collyrites* cf. *Verneuli* Cott.

Es ist dies eine Fauna, welche auf die Schichten mit *Aspidoceras acanthicus* Opp. oder die Schichten mit *Oppelia tenuilobata* Opp. schliessen lassen.

Bei Etropol (man vergl. S. 25 des vorl. Ber.) dürfte ein etwas tieferes Glied des Malm (Oxford) vertreten sein, wie aus dem Ammoniten-Funde (*Peltoceras Arduennense* d'Orb. oder doch eine demselben sehr nahe stehende Form) geschlossen werden kann. Demselben Gliede dürften auch die Hangendkalke beim Ginci Han und die Hangendkalke bei Gaganci zuzurechnen sein.

b) Dem Dogger dürften angehören:

1. die im Liegenden der *Aspidoceras*-Schichten bei Vrbova vorkommenden festen feinkörnigen Sandsteinbänke mit zum Theil verkiesten Fossilien. Es fanden sich hier (Nr. 4 meines Reiseberichtes, S. 46 d. Sep.-Abdr.):

Belemnites cf. *canaliculatus* Schlth., *P. demissus* Phill. (= *disciformis* Schübler), *P.* cf. *Buchi* Roem., *Avicula (Monotis) elegans* Münst., *Lima* cf. *semicircularis* Gldf., *Ostrea* spec., *Pinna.*

Daraus würde sich auf die mittlere Etage des Unteroolith („Bett d. *Amm. Murchisonae*" Opp.) schliessen lassen.

2. Im Liegenden der Oxfordschichten bei Etropol dürften wir gleichfalls ein Äquivalent dieser Schichten besitzen, wenigstens deuten die canaliculaten Belemniten, sowie die an *Belemnites giganteus* anschliessenden Formen, darauf hin. (S. 25 des vorl. Ber.)

3. Auch bei Basara kann mit ziemlicher Sicherheit, im Hangenden des damit in innigem Zusammenhange stehenden oberen Lias, das Vorkommen der *Giganteus*-Schichten angenommen werden, wenn sich auch die Lagerungsverhältnisse nicht sicher darlegen liessen. (S. 7 des vorl. Ber.)

c) Der Lias ist nur in seiner mittleren und oberen Abtheilung vertreten. Er wird sich vielleicht noch sowohl bei Vrbova als auch bei Etropol nachweisen lassen.

Sicher erkannte Liasvorkommnisse sind die folgenden:

1. Im Jura von Basara (S. 7 dieses Berichtes) lässt sich mit Sicherheit auch das Vorkommen der oberen Etage des Lias nachweisen. Es fanden sich neben *Harpoceras bifrons* Brug., *H. boreale* Seebach, *Stephanoceras* sp. ind., *Belemnites* in mehreren Arten, *Pecten* cf. *strionalis* Quenst., *P.* cf. *tumidus* Ziet., *P. aequivalvis* Sow.

Dass auch Formen, die auf Unteroolith deuten, vorkommen, wurde soeben erwähnt.

2. Die Scholle bei Gaganci (S. 11 dieses Berichtes), wo *Spirifer rostratus* Schlth., neben *Belemnites* spec., *Pecten priscus* Schlth. und *P. liasinus* Nyst, *Avicula* cf. *substriata* und *Gryphaea* cf. *fasciata* Tietze auf die Oberregion des mittleren Lias schliessen lassen.

3. Ähnlich scheinen die Verhältnisse der Juraablagerung beim Ginci Han zu liegen (Nr. V, März, 1878, S. 10 d. Sep.-Abdr. u. S. 12 dieses Berichtes), wo neben Fossilien, die auf mittleren Lias deuten, auch solche, die das Vorkommen auch des oberen Lias vermuthen lassen, gefunden werden. Auf mittleren Lias deuten: *Belemnites* cf. *paxillosus* Schlth., *Rhynchonella acuta* Sow., *Spirifer rostratus* Schlth., *Lyonsia unioides* Gldf., *Pecten liasinus* Nyst, *P. sublaevis* Phill., *Plicatula* cf. *spinosa* Sow., *Gryphaea* cf. *fasciata* Tietze.

4. Der mittlere Lias konnte auch bei Bucina nachgewiesen werden. (Route Berkovica—Sofia, März-Heft, 1878, S. 4 d. Sep.-Abdr.) Neben *Belemnites* cf. *paxillosus* Schlth. fanden sich *Spirifer verrucosus* Quenst., *Rhynchonella* cf. *curviceps* Quenst. und *Gryphaea* cf. *cymbium* Gldf.

5. Endlich wäre noch das Liasvorkommen zwischen Koprivštica und Lukanja zu erwähnen (S. 9 d. vorl. Ber.). Neben *Terebratula* cf. *numismalis* Lam. fanden sich *T.* cf. *ovulum* Quenst., *Rhynchonella* cf. *tetraedra* Sow., *Pecten priscus* Schlth., *P. textorius* Schlth. und *Acrosalenia* (?) sp. ind.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, dass der untere Lias, der z. B. im nahen Banate so wohl entwickelt ist, und zwar sowohl in Form von marinen Ablagerungen — (die Zone des *Ammonites Bucklandi* und jene des *A. angulatus*) — als auch in Form von Kohle führenden Schichten, im westlichen Balkan bis nun nicht nachgewiesen werden konnte.

Dem Charakter nach gleicht der Lias des Balkan, ähnlich jenem des Banates und Siebenbürgens, den ausseralpinen Vorkommnissen, respective gewissen Partien des west- und süddeutschen Lias.

Nicht uninteressant ist ein Vergleich der Juraentwicklung im westlichen Balkan mit den Verhältnissen im östlichen und im westlichen Theile der Halbinsel.

In seiner kurzen, aber überaus gehaltvollen Arbeit — (Bemerkungen über die Bedeutung der Balkan-Halbinsel als Festland in der Liasperiode. Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. XLVIII. Bd., 1863) — hat Prof. Peters auf die Übereinstimmung der Liasablagerungen im Südosten Ungarns, im Banat und in Siebenbürgen, mit manchen Partien des west- und süddeutschen Lias hingewiesen. Der Charakter der so sporadisch vorkommenden Ablagerungen der Juraformation im Balkan, ist gewiss ein recht eigenartiger. Am interessantesten ist dabei wohl der Nachweis des Vorkommens von *Harpoceras bifrons* Brug. im balkanischen Ober-Lias, da diese Form fast gleichzeitig an mehreren anderen Punkten nachgewiesen wurde. So von Bittner in der Nähe von Riva (Verhandl. 1881, S. 53), von J. Schmidt am Vinica-Berge bei Karlstadt in Kroatien (Jahrb. 1880, S. 719 ff.) und von Hantken in der Gegend von Gran.

Vergleicht man die Liasvorkommen Bulgariens mit jenen des Banates, so fällt in erster Linie das Fehlen der Ablagerungen des kohleführenden unteren Lias auf, der nur durch die mittleren und — wie gesagt — ganz besonders durch die oberen Glieder in mariner Entwicklung vertreten ist. Dabei ist noch auf das sporadische Auftreten der jurassischen Ablagerungen hinzuweisen, sowie auch auf ihre verhältnissmässig geringe Mächtigkeit. Man wird dadurch unwillkürlich zu einer Parallele mit dem gleichfalls sporadischen Auftreten der Juraformation in den Alpen geführt.

Aus den gegebenen Darlegungen über den westlichen Balkan geht hervor, dass alle drei Hauptabtheilungen der Juraformation wohl vertreten sind.

Weiters kann auch eine Verbreitung nach Osten bis über den Vid mit Sicherheit angenommen werden, wenn auch die von Peters ausgesprochene Vermuthung, dass der Lias „im Balkan von Tschipka und Islivne u. s. f.“ auftreten dürfte (Sitzungsb. Nov. 1863), was die Strasse über den Tschipka-Pass anbelangt, von Prof. v. Fritsch bei seiner Bereisung derselben, nicht bestätigt worden ist.

In der Dobrudscha hat dagegen Peters das Vorkommen jurassischer Bildungen in mehreren Etagen nachgewiesen (Denkschr. 1867, XXVII. Bd., S. 29—45).

Und zwar konnte er hier das Vorkommen von echten Tithonbildungen („Stramberger-Schichten“) bei Hiršova und südlich davon bei Topólo constatiren.

Von den ober-jurassischen Schichten, welche bei Černavoda auftreten, sagt er dagegen, dass sie „weder mit den Jurakalksteinen, so weit wir sie aus dem Banat, aus Serbien (Maidan-pek), aus dem südlichen Ungarn und aus Kroatien kennen, noch mit irgend einem, aus dem Süden und Osten der Alpen bekannten Gebilde übereinstimmen, sondern überraschend manchen thonigen Schichten des östlichen Frankreichs (Dep. Jura, Doubs u. s. w.) gleichen“. Es sind dies seine Nerineen- und Diceraten-Kalke von Černavoda. Ist nun auch die Verschiedenheit sehr gross, so ist doch sicher auch hier der Malm vertreten.

Aber auch der mittlere Jura „(unterer) Klippenkalk“ mit *Terebratula globata* Sow. und *T. ovoides* Sow., mit *Gryphaea calceola* Quenst. etc. ist vertreten, der im Allgemeinen mit den Doggervorkommnissen in unserem Gebiete in naher Altersverbindung steht.

Was endlich den Lias anbelangt, so hat Prof. Peters in der Dobrudscha, am Rande des Kreidegebirges (Babadagh), „rothen Ammonitenmarmor dieser Stufe, in seiner specifisch alpinen Form (Adnether-Schichten)“ mit *Ammonites Jamesoni* Sow. aufgefunden, und vermuthet er wohl mit vollem Rechte, dass auch „gewisse sandige Kalksteine“ dem unteren Lias angehören.

Vergleicht man mit diesen übereinstimmenden Thatsachen im Balkangebiete, das Verhalten im westlichen Theile der Halbinsel, so ergibt sich ein grosser Gegensatz.

So sagt v. Mojsisovics in den „Grundlinien der Geologie von Bosnien, Herzegovina“ (S. 33): „Für Bosnien fehlen uns leider noch alle Anhaltspunkte, um die stratigraphischen Grenzen — in den mesozoischen Kalken und Dolomiten — feststellen zu können“, und wenn auch die Vermuthung ausgesprochen wird, dass

jurassische Gesteine, und besonders solche der Liasformation vorkommen dürften, so konnten doch sichere Nachweise dafür bis nun nicht erbracht werden. Hier im Westen müssen während der Juraformation ganz andere physikalische Verhältnisse geherrscht haben, als im nordöstlichen Theile der Halbinsel. Dieser Gegensatz ist um so schärfer, als die Verhältnisse während der Kreideformation in Bosnien und in West-Bulgarien manche Ähnlichkeit aufweisen.

IV. Die Triasformation.

Konnten wir in Bezug auf die Juraformation das Vorkommen von Vertretern wenigstens der drei Hauptabtheilungen nachweisen, so verhält sich die Ausbildung der Triasformation unseres Gebietes viel lücken hafter.

Um sofort die Hauptlücke in der Reihe der mesozoischen Ablagerungen hervorzuheben, sei angeführt, dass von einer Ausbildung der oberen Trias und des Rhät im westlichen Balkan überhaupt nicht gesprochen werden kann.

1. Die obersten sicheren Triasablagerungen sind die Kalke mit Crinoidenstielgliedern, wie wir sie einerseits bei Belogradčik, beim Anstieg zu den Stuhlbergen und andererseits südlich vom Ginci-Pass und am Abhange des Rzana Vrh, oberhalb Osenovlak, angetroffen haben.

Nur das erstere Vorkommen hat eine reichere Fauna geliefert (LXXV. Bd., Mai 1877, S. 28 d. Sep.-Abdr.):

Saurichthys cf. *apicalis* Ag., *Turbonilla* sp. ind., *Anoplophora musculoides* Schlth. sp., *Arca triasica* Roem., *Lima striata* Schlth., *Pecten discites* Schlth., *P. Alberti* Gldf., *Ostrea decemcostata* Münst., *Retzia trigonella* Schlth., *Spiriferina Mentzeli* Dnk., *Sp. fragilis* Schlth. sp., *Waldheimia vulgaris* Schlth., *Cidaris transversa* H. v. M., *Cidaris* spec., *Encrinus (Entrochus) liliiformis* Lam., *Entrochus* cf. *Schlotheimi* Quenst. und *E.* cf. *silesiacus* Beyr.

Dies ist die jüngste sicher triasische Ablagerung, welche also höchstens Muschelkalkcharakter besitzt.

2. Eine überaus grosse Verbreitung besitzt in unserem Gebiete dagegen die untere Trias, in einer Ausbildungsform, welche auf das Lebhafteste an den ausseralpinen Röth und den sogenannten Wellenkalk, oder an die mergeligen Bänke der Werfener-Schichten in den Süd-Alpen erinnern. Gross ist die Anzahl der Localitäten, wo diese Bildungen angetroffen wurden. Meist sind es vollkommen plattige, graue bis grauschwarze, mergelige Kalke, mit Einlagerungen von mürben, schieferig sandigen Mergeln. Die Fossilreste sind überall dieselben, verhältnissmässig wenige Arten, in ungeheurer Individuenzahl. Man könnte die Etage füglich als „die Schichten mit *Myophoria costata* Zenk.“ bezeichnen.

Die reichste Fauna lieferte ein Aufschluss im Isker-Defilé oberhalb Obletnja (Nr. VII, LXXVII. Bd. 1878, S. 55 d. Sep.-Abdr.). Hier wurden gesammelt:

Naticella spec., *Pecten Alberti* Gldf., *Gervillia socialis* Schlth., *G. mytiloides* Schlth., *Modiola* cf. *triquetra* Seeb., *Leda* spec., *Myophoria costata* Zenk., *M. laevigata* Gldf., *M. elegans* Dnk., *Myoconcha gastrochaena* Dnk., *Anoplophora* cf. *musculoides* Schlth., *Anoplophora* spec.

Eine besonders grosse Entwicklung erreichen diese untertriadischen Kalke und Mergelkalke südlich vom Čiprovica-Balkan und südlich vom Berkovica-Balkan. Sie bilden hier eine förmliche, an verschiedenen Stellen verschieden breite Zone. Südlich vom Ginci-Pass fanden sich:

Lima radiata Gldf., *Pecten discites* Schlth., *Ostrea decemcostata* und *Gervillia costata* Schlth., und in einem mürben Sandsteine von gelbbrauner Farbe eine Unmasse von Steinkernen der *Myophoria costata* Zenk. neben *Gervillia socialis*, *Pecten Alberti* und *Natica* spec.

Ähnlich so verhält es sich bei Lukanja, wo ebenfalls die Kalkmergel und Sandsteine neben einander vorkommen. Auch oberhalb Komašnica (S. 5 dieses Berichtes) und bei Ranislavci und Bucina (nordwestlich von Sofia) wurden dieselben Schichten sicher constatirt. Aber auch ausserhalb des Rahmens der beifolgenden Karte habe ich sie an verschiedenen Stellen angetroffen, so in der Umgebung von Trn (an der Sukava), und zwischen Ak-Palanka und Niš.

Die kartographische Darstellung der Verbreitung dieser Kalke zwischen der Berkovac-Sofia-Route und der Isker-Schlucht ist eine zum Theile hypothetische, dessgleichen die Ausdehnung derselben Gebilde im Osten des Isker.

Überdies sei die Vermuthung ausgesprochen, dass auch die, ihrem Alter nach unbestimmten Kalke im südöstlichen Theile der Karte wahrscheinlich untertriadischen Alters sein dürften.

Das Liegende der im Vorhergehenden geschilderten Ablagerungen bilden die theils gelbbraunrothen, theils fast rein weissen, festen Quarzsandsteine und Conglomerate, deren mächtige Entwicklung in den romantischen Felsmassen bei Belogradčik (LXXV. Bd., Mai 1877, S. 16, 24, 41 d. Sep.-Abdr.), deren grandiöse Abstürze an den Tri Čuki, südlich von Čiprovci, geradezu als Sehenswürdigkeiten bezeichnet werden dürfen. Ihre weite Verbreitung im Gebiete der Karte ist sofort ersichtlich. Hingewiesen sei noch auf die vom Isker ausgenagte Schlucht im rothen Sandstein bei Korila (Sofia, N.) und weiterhin im Isker-Engthale, sowie auf dem Pečenobrdo-Rücken, an der Strasse von Sofia nach Berkovica. Sie bilden den Nord- und Ostrand der weiten Ebene von Sofia.

Auch von diesen Bildungen ist ihre Verbreitung nach Westen hin, bis in das Gebiet der Nišava zu constatiren. Eine sichere Angabe ihres Alters — d. h. die Bestimmung ob Trias oder Dyas — ist leider nicht zu geben, doch liegen sie ganz sicher zwischen den Permsandsteinen mit *Walchia piniformis* einerseits und den unteren Wellen- oder Röthkalken andererseits, und zwar besteht zwischen den Walchien-Sandsteinen und den „rothen Sandsteinen" bei Belogradčik eine ausgesprochene, grelle Discordanz.

Vergleichen wir in Kürze die Triasbildungen des westlichen Balkan mit jenen im Osten und Westen der Halbinsel.

In der Dobrudscha gelang es Prof. Peters, unweit Tuldscha das Vorkommen der Schiefer mit *Halobia Lommeli* Wism., also die Wengener-Schiefer, sowie von Kalken mit Spuren von globosen Ammoniten aufzufinden, also das Vorkommen der oberen Trias zu constatiren, während in unserem Gebiete, wie gesagt, auch nicht eine Spur davon aufgefunden werden konnte.

Ausserdem fand Peters auf der Popen-Insel Fossilien des Muschelkalkes: *Spiriferina Mentzeli* Dnk. und *Sp. gregaria* Suess, nebst *Terebratula vulgaris* Schlth., *Rhynchonella orientalis* n. sp. nebst einem *Trachyceras*-Bruchstücke. Dieses Vorkommen entspricht vielleicht dem Muschelkalke von Belogradčik. An einer anderen Stelle fand Peters „über einem dunklen Kalkstein nach Art der Guttensteiner-Schichten" dolomitischen Kalk mit Brachiopoden-Spuren. Dieses Vorkommen entspricht ganz den Verhältnissen, wie sie südlich vom Ginci-Pass herrschen.

Weitere sichere Trias-Horizonte konnte Peters nicht feststellen, denn die sonst noch vielleicht zur Trias zu rechnenden Kalke, dolomitischen Kalke und Sandsteine, haben keine charakteristischen Fossilreste geliefert.

Auf jeden Fall aber steht fest, dass hier im Osten, in den niederen, lössbedeckten Kuppen der Dobrudscha, die Trias reicher gegliedert ist, als im westlichen Balkan, der demnach eine Art Mittelstellung einnimmt, zwischen diesem, durch die classische Arbeit Peters' berühmt gewordenen Gebiete einerseits, und den, der eigentlichen Triasformation vielleicht gänzlich entbehrenden Banater Gebirgen.

Erwähnenswerth ist sodann nur noch, dass bei Tuldscha auch die rothen Liegend-Sandsteine und Conglomerate, „die manchen Varietäten des Verrucano zum Verwechseln" gleichen, entwickelt sind, und ähnlich so über den paläolithischen Schiefern liegen, wie an vielen Stellen unseres Gebietes.

Auch soll, um die Parallele — so weit von einer solchen gesprochen werden kann — weiter auszuführen, darauf hingewiesen werden, dass auch in der Dobrudscha Eruptivgesteine eine hochwichtige Rolle spielen. Die von Peters gegebenen Darstellungen erinnern in mancher Beziehung an die, im Isker-Durchbruche, zwischen den untertriadischen Sedimenten und den daselbst an mehreren Stellen durchbrechenden, ihrer petrographischen Beschaffenheit nach so verschiedenen Eruptivgesteinen. Es sind theils granitisch-dioritische, theils porphyr- und melaphyrartige (Diabas) Gesteine. (Man vergl. Peters, Denkschr. Bd. XXVII, S. 20 und Nr. VII meiner Berichte, S. 47 u. 58, Taf. III, Fig. 2 — und Niedzwiedzki, Eruptivgest. d. westl. Balkan,

Sitzungsb. Bd. LXXIX, März 1879, S. 23—32). Ähnliche Verhältnisse bestehen übrigens auch in der Nähe von Osenovlak, an der Grenze zwischen den liegenden paläolithischen Schiefern und den rothen Sandsteinen. (S. 18, 19 des vorl. Berichtes.)

Was die Triasbildungen Bosniens anbelangt, so sind diese nach den von Mojsisovics gegebenen Darstellungen viel reicher gegliedert, indem erstens auch der Horizont mit *Avicula Clarai*, rothe Kalke mit *Arcestes*: „Buchensteiner-Schichten" und Wengener Melaphyrtuffe, ausserdem aber auch wohlgeschichtete, lichte Kalke und Dolomite vom Aussehen der alpinen Hauptdolomite, welche als der karnischen Stufe und dem Rhät entsprechend angenommen werden, zur Entwicklung gekommen sind (l. c. S. 32). Dr. Tietze freilich bemerkt (l. c. S. 185), dass er ausser localen petrographischen Verschiedenheiten, keine Anhaltspunkte für eine derartige Gliederung gefunden habe. Dr. Bittner (l. c. S. 201 ff.) war es, dem es glückte, eine ganze Reihe von Fossilien-Fundstätten in seinem Aufnahmsgebiete zu entdecken, und hauptsächlich auf Grund seiner Funde konnte jener Versuch einer Gliederung gemacht werden. Werfener-Schiefer und Muschelkalk zeigen offenbar dieselbe Ausbildung, wie im westlichen Balkan; während jedoch hier die Trias damit abschliesst, folgen in Bosnien noch echte Hallstätter-Kalke, welche bei Serajevo vom Bergrath Herbich aufgefunden und ausgebeutet worden sind. Eine obere Abgrenzung der obertriadischen Kalke Bosniens gegen die jüngeren, „anscheinend völlig concordant" darüber lagernden jüngeren mesozoischen Kalke konnte leider auch Dr. Bittner nicht vornehmen.

Der Hauptunterschied zwischen der Triasentwicklung im westlichen Balkan, von jener der benachbarten, geologisch untersuchten Gebiete besteht also offenbar darin, dass, während im westlichen Balkan das untertriadische seichte Meer mit seiner armen, „reducirten" Fauna, mit dem Abschlusse der Muschelkalkperiode zu existiren aufhörte, dasselbe sowohl im Osten, noch mehr aber im Westen, fortbestand, und in Bezug auf seine Tiefe und seine Communication mit dem offenen Ocean bedeutend zunahm.

Die Liegendsandsteine und Conglomerate sind über den ganzen nördlichen Theil der Halbinsel hin entwickelt.

V. Die obere Abtheilung der paläolithischen Ablagerungen.

Was diese anbelangt, so sind von den hierher gehörigen Formationen im westlichen Balkan nur zwei sicher entwickelt, und zwar: das Rothliegende, resp. die Walchien-Sandsteine und die Steinkohlenformation. Beide sind auf der Karte mit derselben Farbe bezeichnet.

1. Die Walchien-Sandsteine wurden Kohle führend bei Belogradčik angetroffen (Sveti Nikola-Route, Bd. LXXV, S. 7 ff. d. Sep.-Abdr.), und darin folgende Fossilreste gesammelt:

Calamites cf. *dubius* Br. und *C. infractus* Gutb., *Odontopteris obtusiloba* Naum., *Cyatheites* cf. *arborescens* Brg., *Alethopteris gigas* Gutb., *Taeniopteris abnormis* Gutb. und *Walchia piniformis* Schlth.

Es ist dies also eine Bildung, die z. B. mit den Ablagerungen bei Gornja im Banate auf das Beste übereinstimmt.

2. Die obercarbonen pflanzenführenden, sandigen Schiefer vor Ljutidol (S. 16 des vorl. Ber.). Die Anzahl der spärlich gefundenen Pflanzenformen ist zwar, wie wir gesehen, eine recht beschränkte, liess jedoch eine ziemlich sichere Altersbestimmung zu, der zufolge sie als ein wenigstens beiläufiges Äquivalent der Schiefer von Tergove in Kroatien aufgefasst werden können.

Pecopteris cf. *arborescens*, *Odontopteris* sp. ind., *Neuropteris* sp. ind. und *Cordaites* sp. ind. wurden gesammelt.

3. Die Culm-Schichten von Cerova am Isker. (Bd. LXXVII, S. 61 ff.) Es fanden sich hier:

Archaeocalamites radiatus Brgn. spec., *Cardiopteris polymorpha* Goepp., *Neuropteris antecedens* Stur, *Stigmaria inaequalis* Goepp. und *Lepidodendron Veltheimianum* Strub., Formen also, welche der mittleren Abtheilung des Culm entsprechen.

4. Ein grosses Stück einer *Stigmaria* wurde endlich ein gutes Stück südlich von Cerova, gegen Rebrova hin, aufgefunden.

Diese drei zuletzt genannten Localitäten liegen in der breiten Zone glänzender, glimmerig-sandiger Schiefer, welche z. B. auf der Strecke von Osenovlak nach Lokorsko, in ihrer vollen Ausdehnung, bei stets gleichen oder doch wenig wechselnden Charakteren durchquert wurden, und welche bei gleichbleibendem westöstlichem Streichen, im Allgemeinen nach Süden, also unter die rothen Sandsteine einfallen. Als Einlagerungen sind Quarzitmassen ausgeschieden, welche in demselben Streichen ganz concordant zwischen den Schichten liegen, und in allen Profilen immer wieder aufgefunden wurden. Ähnliche Schiefer treten auch nach dem Pečenobrdo-Rücken auf, wo sie ebenso, wie auch im Isker-Defilé, unter den rothen Sandsteinen hervortauchen. Auch der Schiefer bei Komarci und am Wege von dort nach Orhanie, sowie jene im Zlatica Balkan und bei Pravec, nördlich von Etropol, dürften derselben Etage angehören, welche auf der Karte als die Etage der Carbonschiefer bezeichnet wird.

Von einem Vorkommen von Steinkohlenflötzen habe ich leider keine Andeutungen auf meinen Excursionen im Gebiete dieser Schiefer vorgefunden. Herr F. Kanitz erzählt übrigens, dass man ihm zu Lakatnik, Kohle von Rebrova gezeigt habe, „die dort in langen Schmalstreifen zwischen Sandstein gelagert gefunden" worden sei. (Donaubulgarien, Bd. II, S. 335.)

v. Hochstetter hat auf seiner Übersichtskarte eine Zone „zweifelhafter paläozoischer Gebilde" in der Nähe der Wasserscheideregion des Balkan, nach den Boué'schen Angaben, eingezeichnet. Dass Gesteine dieser Art im westlichen Balkan eine wichtige Rolle spielen, ist nach dem Vorstehenden klar erwiesen. Von Interesse wird es sein, den genaueren Verlauf derselben nach Osten hin zu verfolgen, um unter Anderem über das Verhältniss ins Klare zu kommen, in welchem die steinkohlenführenden Schichten im Norden und Süden des Balkan zu einander, und etwa zu der Steinkohlenformation des westlichen Balkan stehen. Die Altersbestimmung der betreffenden Ablagerungen mit Kohlenflötzen, konnte leider weder von Hofrath v. Hochstetter bei Michlis, unweit Kezanlik (Jahrb. 1870, S. 417—423), noch von Schröckenstein bei Radiewce, südlich von Travna (Jahrb. 1870, S. 273—278) vorgenommen werden, und schwanken die diesbezüglichen Angaben zwischen Lias und Carbon. Bezeichnende Fossilreste konnten nämlich an den genannten Orten nicht aufgefunden werden. Dass diese Bildungen im äussersten Osten, in der Dobrudscha gleichfalls vertreten sind, hat Peters gezeigt, der (Denkschr. Bd. XXVII, S. 10) „eine kaum begründete, aber durch manche Analogien zwischen diesem und unseren karpathisch-transilvanischen Gebirgen nahe gelegte Vermuthung" aussprach, dass alle über dem Quarzit-Phyllitcomplex folgenden Schichten, gleich jenen des Banater Gebirges, der Steinkohlenformation angehören dürften. Die Pflanzenfunde in den Schiefern des westlichen Balkan haben diese Vermuthung auf das Schönste gerechtfertigt.

Schiefer ähnlichen Alters wurden auch in Bosnien aufgefunden. (Mojsisovics l. c. S. 27 ff. und Bittner, S. 190 ff.) Mojsisovics spricht geradezu von Gailthaler-Schichten. Während sich aber im Südosten nach Dr. Bittner's Funden eine marine Entwicklung des Carbons constatiren liess, hat man es in den nordwestlichen Schieferterrains mit einer Fortsetzung der, auch bei Tergove pflanzenführenden Carbonzone zu thun.

VI. Die älteren Schiefergesteine.

Während im östlichen Theile unseres Aufnahmegebietes Schiefer vorkommen, welche der Hauptsache nach als Carbon aufgefasst werden können, spielen im nordwestlichen Theile Gesteine eine Rolle, welche man gewöhnt ist, als Phyllite zu bezeichnen. Es sind verschiedene Varietäten von Thonschiefern, von Fruchtschiefern und Grünschiefern, wie im Berkovica-Balkan; oder es sind seidenglänzende Quarzphyllite, Chloritschiefer, Talk- und Quarzitschiefer; ja bei Belogradčik (im NW. davon) kommen sogar glimmerreiche gneissartige Schiefergesteine vor (Phyllitgneiss). (Ausführliches darüber Nr. IV, S. 7, 11, 42, 60 ff.)

Echte Glimmerschiefer und Gneisse finden sich im eigentlichen Balkanzuge nicht vor, wohl aber in dem, im Südosten enge anschliessenden Gebiete, sowie auch ausserhalb der Kartengrenze, in dem westlich von der Nišava gelegenen Gebirgsgliede, also in den Ausläufern des grossen, alten Festlandes im Südosten der Balkan-Halbinsel. Interessant ist, dass auch in Bosnien echte Glimmerschiefer und Gneisse eigentlich nicht aufgefunden worden sind (l. c. S. 24 u. 190). In der Dobrudscha gibt Peters dagegen das Vorkommen von boji-

schem Gneiss an (Denkschr., Bd. XXVII, S. 146 ff.), und werden hier noch Glimmerschiefer und Phyllite angeführt.

Auffallend ist der Unterschied in Bezug auf diese ältesten Schiefergesteine zwischen unserem Gebiete, wo Gneiss und Glimmerschiefer so wenig entwickelt sind, und den Banater Gebirgen, wo sie eine so weite Verbreitung finden.

VII. Krystallinische Massengesteine.

Was diese Gebilde anbelangt, so kann ich wohl auf die Arbeit meines geehrten Freundes Niedzwiedzki verweisen. (Sitzungsber., Bd. LXXIX.) Über die im Vorstehenden angeführten Vorkommnisse hat Herr Dr. Friedrich Berwerth versprochen, eingehender zu berichten.

Ich kann mich daher hier darauf beschränken, dass ältere vollkrystallinische Massengesteine theils in der Axe des grossen Gebirgsaufbruches eine wichtige Rolle spielen, theils aber auch abseits davon auftreten, und förmliche Stockmassen bilden. Echter typischer Granit liegt nur aus dem nordwestlichen Theile des Gebietes, nördlich von Belogradčik vor.

Im Hauptkamme spielen dagegen dioritisch-syenitische Gesteine die Hauptrolle, wie am Sveti Nikola (wo aber auch Granit vorkommt), im Berkovica-Balkan, im Rzana Vrh und im Etropol-Balkan.

Von den Gesteinen mit Porphyrstructur wurde schon oben (S. 23) gesprochen. Sie treten entweder im Gebiete der paläolithischen Schiefer und in Verbindung mit den rothen Sandsteinen auf, oder bilden Gangmassen in dem dioritisch-syenitischen Gebirge. Die wichtigsten Punkte ihres Auftretens sind die folgenden (von West nach Ost):

Beim Aufstiege zum Sveti Nikola-Pass, im Diorit (Dioritporphyr), nördlich von Čiparovci, im Phyllit und gegen die Grenze des rothen Sandsteines (Diabas, tuffartig).

In der Nähe von Berkovica, im Grünschiefer und Granitsyenit (Diabas, tuffartig).

Beim Tschftilik, östlich von Berkovica, im Granit (Amphibol-Andesit, nach Niedzwiedzki).

Am Nordhange des Berkovica-Balkan, im Diorit (Syenitporphyr, Granitporphyr, Porphyrit und Andesitgänge, nach Niedzwiedzki).

Im Isker-Durchbruche, in grosser Mannigfaltigkeit, im Carbonschiefer und im rothen Sandstein. (Melaphyr, Diabas, Porphyrit unweit Zoronino im rothen Sandstein. — Diabas, Porphyr, Syenitporphyr bei Iliseina. Nach Niedzwiedzki.)

Bei Osenovlak, an der Grenze des Schiefers gegen den rothen Sandstein (Diabas, tuffartig).

Im Nordwesten von Orhanie, theils im Carbonschiefer, theils an der Grenze zwischen diesem und dem rothen Sandstein (Grünstein, Amphibolgestein).

Im Diorit-Syenit des Etropol-Balkan (Melaphyr und Amphibol-Andesit).

Im Carbonschiefer und an der Grenze zwischen den Schiefern und rothen Sandsteinen, bei Čelopeč (Quarz-Amphibol-Andesit?).

Im Bereiche der Kreideformation des westlichen Balkan sind Eruptivgesteine nur anzuführen aus der Gegend von Pirot (NW. von der Stadt), zwischen Nišava und Temska (Amphibol-Andesit, nach Niedzwiedzki) und am linken Ufer der Nišava bei Pirot (Augit-Andesit, nach Niedzwiedzki), und im Osten von Orhanie im Kreidesandstein, an der Wasserscheide gegen Osikovo hin (Trachyt [Sanidophyr]).

Trachytische Gesteine kommen ausser den letztgenannten im Gebiete unserer Karte nicht vor, wohl aber spielen sie, wie schon Boué besprochen hat, in dem südwestlich davon gelegenen Gebiete, an der Sukova und auf der Ruj Planina bei Trn und bei Vlasidnica eine wichtige Rolle. (Man vergl. Nr. IX meiner Berichte, 1880, S. 28 u. 36 d. Sep. Abdr.)

Ob bei manchen von den so verschiedenartig ausgebildeten Eruptivgesteinen (z. B. bei jenen im Isker-Durchbruche) — nicht ähnliche Verhältnisse herrschend sind, wie bei den Eruptivgesteinen der Westregion des Banater Gebirges (den „Banatiten“), das muss ich hier dahingestellt sein lassen, obwohl die Vermuthung nahe genug liegt, dass sie in der That mit jenen in eine Parallele gestellt werden könnten.

Vergleichende Übersicht der Sediment-Formationen im nördlichen Theile der Balkan-Halbinsel und im Banate.

	Bosnien u. Herzegovina	Westlicher Balkan	Dobrudscha	Banat
Tertiär	Alluvium	Alluvium	Alluvium	Alluvium
	Löss	Löss	Löss	Löss
	Levantinische Stufe (*Melanopsis*-Schichten (Pontische Stufe) Congerienschichten	Fehlt. — (Beckenausfüllungen im Gebirge)	Congerienschichten (Pontische Stufe)	Congerienschichten (Pontische Stufe)
	Sarmatische Stufe	Sarmatische Stufe	Sarmatische Stufe	Sarmatische Stufe
	Mediterranstufe (im N. und NW.)	Fehlt. — (Mediterranstufe bei Plevna)	Fehlt	Mediterranstufe
	Jüngerer Flysch / „ Kalk } mit Nummuliten	Fehlt	Fehlt	(Eocän?)
Kreide	Kreideflysch Kreidekalk	(?)	Obere Kreide mit Feuersteinen Baculitenthon	Fehlt
		Inoceramenkreide Flyschartige Sandsteine	Inoceramenkreide Karpathensandstein	Aptienschichten von Svinica
		Orbitolinenschichten Caprotinenkalk, Bryozoenmergel		Caprotinenkalk Orbitolinenschichten Caprotinenkalk
		Crioceras-Schichten (Rossfelder Schichten		Rossfelder Schichten
		Nerineen-, Pentacriniten-, Korallenkalke		Weisse Kalke. Schichten mit *Ostrea macroptera* und Pentacriniten etc.
Jura	Hornsteinkalke		Stramberger Kalk	
		Malm: Obere Etage (Vrbovo) Untere Etage (Etropol)	Malm: 1. *Pterocera*-, Nerineen-, Diceraten-Kalk 2. Planulatenkalk	Malm
		Dogger: „Unteroolith“	Dogger (untererKlippenkalk)	Dogger (Klausschichten)
		Lias: Oberer Lias Mittlerer Lias	Lias: Fehlt Mittlerer Lias	Lias: Oberer L.: Posidonomyen-Schichten Mittlerer L.: *Margaritatus*-Schichten Unterer L.: *Angulatus*-Schichten (Kohle führend)
Trias	Obere Triaskalke u. Dolomite	Fehlt	Fehlt	Fehlt (?)
	Wengener-Schichten	Fehlt	Wengener Schichten	Fehlt (?)
	Muschelkalk	Dolomitischer Kalk mit Crinoiden	Muschelkalk	Fehlt
	Wellenkalk	Wellenkalk (Röth)	„Guttensteiner Kalk“	
	Rothe Schiefer und Sandsteine mit *Avicula Clarai.*	Rothe Sandsteine und Conglomerate	Rothe Sandsteine und Conglomerate	Rothe Sandsteine und Conglomerate
Paläozoisch	Im Westen Verrucano | Im Südosten Bellerophonkalke	Walchiensandstein (mit Kohlenflötzen)	Fehlt	Walchiensandstein
	Paläozoische Schiefer und Kalke („Gailthaler Schichten“). Mit mariner Fauna.	Oberes Carbon (Farnenzone) Unteres Carbon (Culmschichten) (Grünschiefer=Thonschiefer)	Paläozoische Schiefer Grünschiefer	Conglomerate, Sandsteine u. Schiefer der productiven Steinkohle (Farnenzone)
Azoisch	Phyllit und Amphibolit	Phyllite Phyllit-Gneiss Glimmerschiefer und Gneiss (nur im Südosten)	Phyllit Glimmerschiefer Gneiss	Chloritschiefer Glimmerschiefer Gneiss

Ein Blick auf die vorstehende vergleichende Übersicht lässt sofort die grossen Lücken erkennen, wodurch die Continuität der Ablagerungen unterbrochen wird. Am auffallendsten ist das Fehlen der alttertiären Ablagerungen, deren Existenz übrigens auch im Banat fraglich ist und sich nur im Westen der Halbinsel entwickelt zeigt, analog jener im benachbarten Dalmatien und Istrien. Eigenthümlich ist immerhin auch, dass weder von Congerienschichten, noch von Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe in dem von mir bereisten Gebiete Anzeichen gefunden wurden, während die letzteren doch von Foetterle bei Plevna sicher nachgewiesen werden konnten.

Die reiche Gliederung der Kreideformation zeigt, wie schon erwähnt, am meisten Anklänge an jene im Banate. Ob die obere Kreideformation in den Flyschsandsteinen mit vertreten ist, bleibt für's Erste fraglich.

Die zweite grosse Lücke ist jene zwischen dem mittleren Lias und dem Muschelkalk. Die obere Trias scheint vollkommen zu fehlen.

Die Übereinstimmung der Verhältnisse von der unteren Trias (rothe Sandsteine), bis hinab zum oberen Carbon, ist zwischen unserem Gebiete und dem Banate recht bezeichnend, und ist dagegen der Unterschied gegenüber den bosnischen Verhältnissen zu betonen.

Es wäre nun wohl überaus verführerisch, auf Grund der dargelegten Verhältnisse ein Bild von dem Wechsel der physikalischen Verhältnisse in den auf einander folgenden Zeitperioden, eine Darstellung aus der geologischen Geschichte des Landes zu geben.

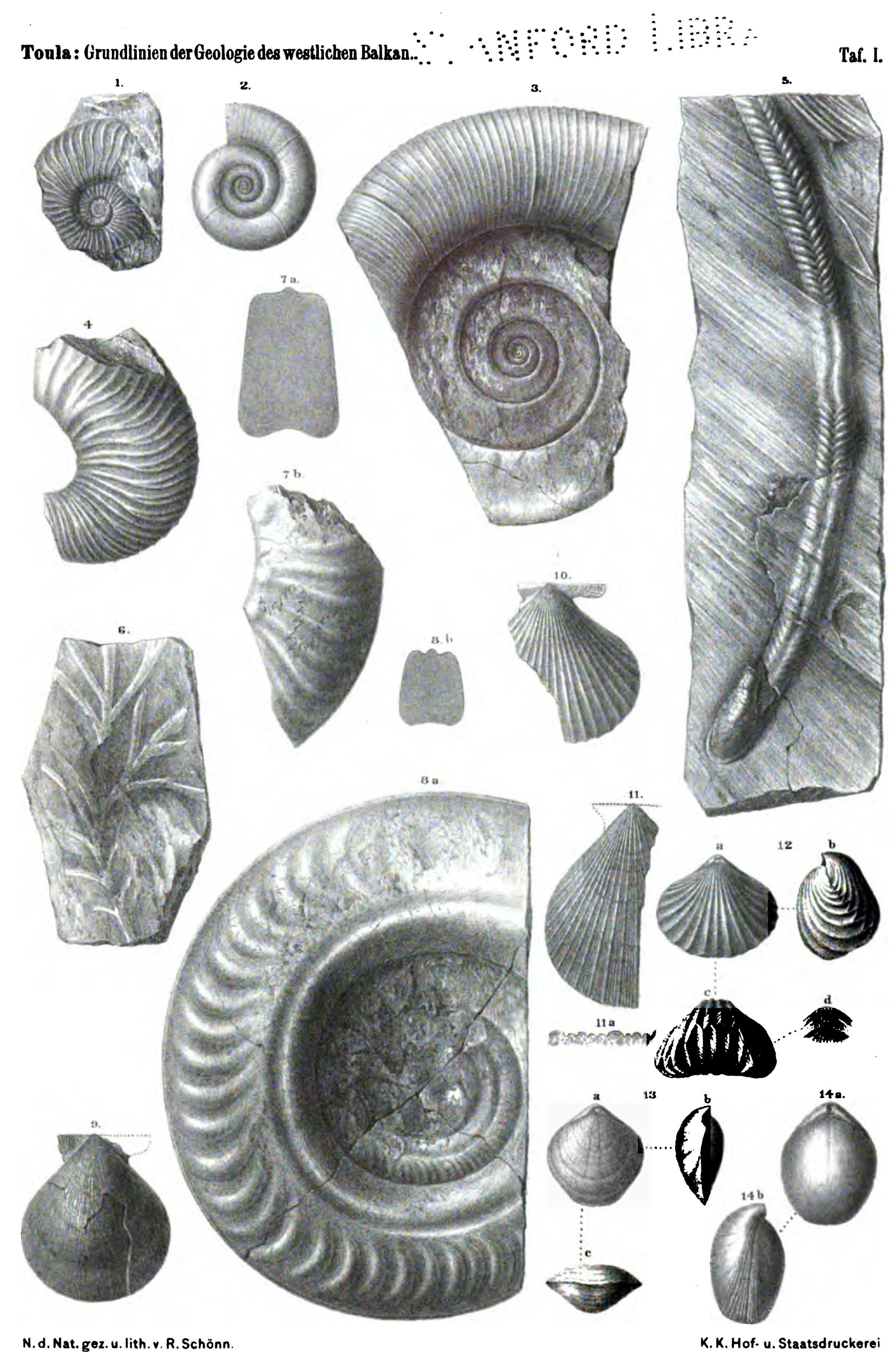
Um solche Betrachtungen jedoch mit vollem Erfolge anstellen zu können, sollten erst die grossen Lücken zwischen den insular erscheinenden, in ihren „Grundlinien" dargelegten Gebieten durch neuere Forschungen ausgefüllt werden. Aus den vorliegenden „Grundlinien" wird sich freilich schon Manches sofort herauslesen lassen.

Herr Oberbergrath Mojsisovics hat übrigens in den „Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegovina" einen ersten Versuch gemacht, derartige Betrachtungen anzustellen. Die Lectüre der betreffenden Abschnitte des citirten Werkes (S. 10—24) wird gewiss auf jeden Leser überaus anregend wirken.

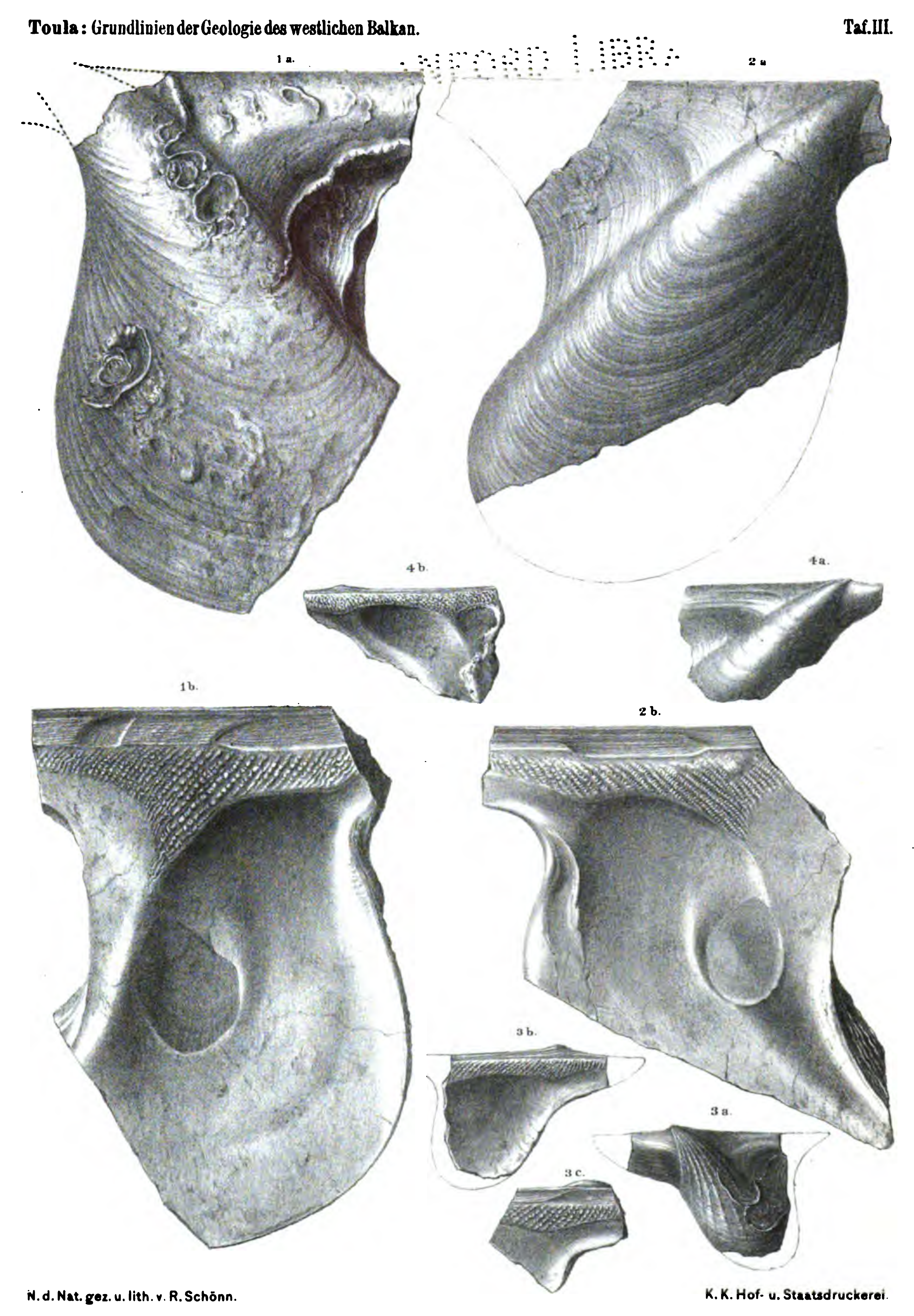
Die vorliegende Abhandlung aber soll für's Erste nichts Anderes vorstellen, als das was sie ist: einen Werkstein für den künftigen Bau. Sollte dieser mein Beitrag von den verehrten Fachgenossen als für den schönen Zweck wohl geeignet befunden werden, so werde ich darin die höchste Befriedigung finden.

Ich wüsste keinen besseren Schlusssatz hier anzufügen, als jenen, womit unser hochverehrter Meister, Professor Dr. Karl F. Peters, seine bahnbrechende Arbeit „Über die Grundlinien zur Geographie und Geologie der Dobrudscha" abgeschlossen hat: „Mögen die Grundlinien zur Kenntniss dieses Landes, die ich in der vorstehenden Abhandlung zu ziehen versuchte, wo sie fehlerhaft sind, recht bald ihre Berichtigung, in jeder Hinsicht eine festere Begründung und weitere Ausführung erhalten." —

Inhalt.

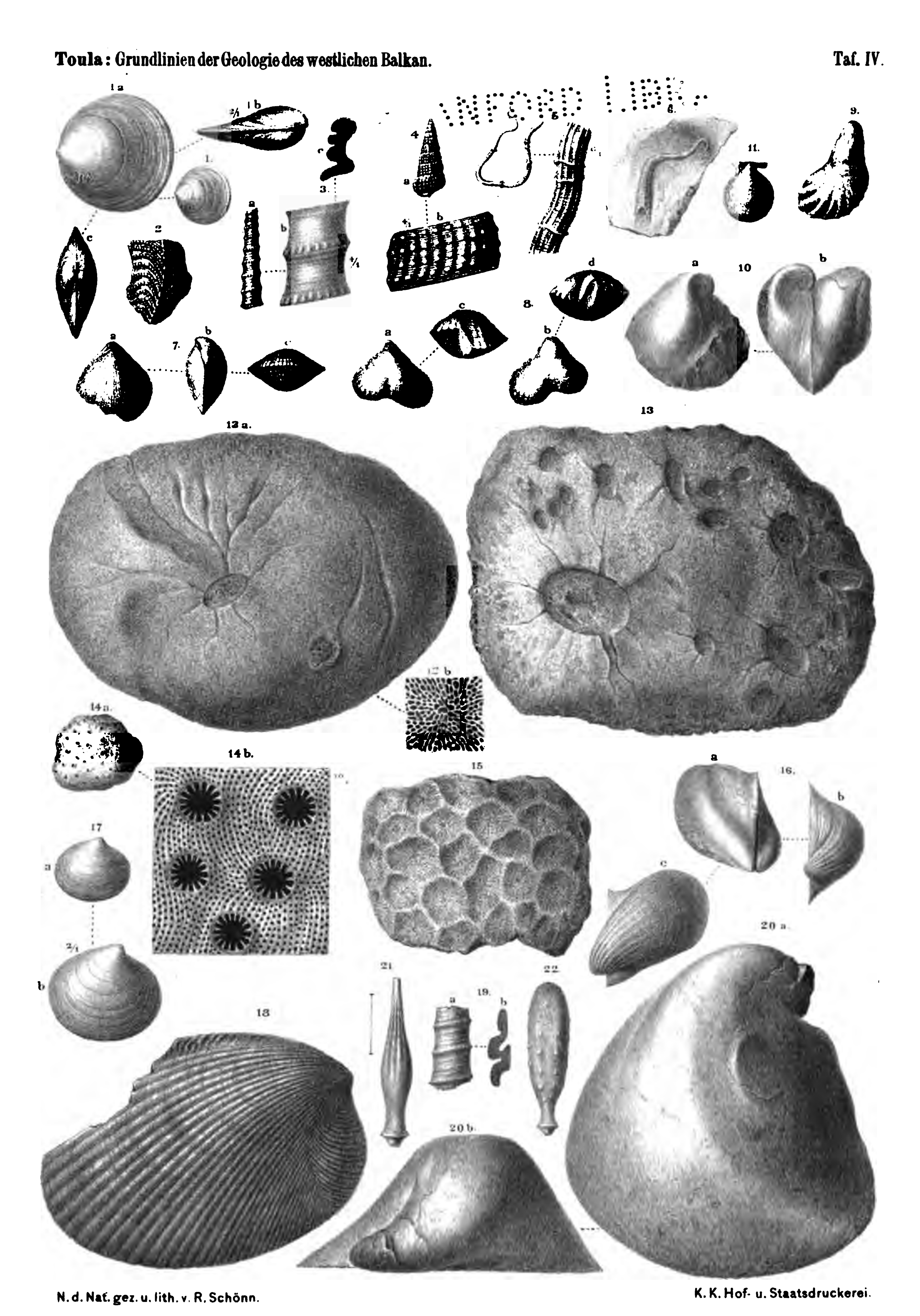


N. d. Nat. gez. u. lith. v. R. Schönn. K. K. Hof- u. Staatsdruckerei



N. d. Nat. gez. u. lith. v. R. Schönn.

K. K. Hof- u. Staatsdruckerei.



N. d. Nat. gez. u. lith. v. R. Schönn.

K. K. Hof- u. Staatsdruckerei.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

TAFEL I.

Fig. 1. *Hoplites* cf. *tardefurcatus* Leym.
„ 2. *Lytoceras* cf. *striato-sulcatum* d'Orb. sp.
„ 3. „ cf. *subfimbriatum* d'Orb. sp.
„ 4. *Hoplites cryptoceras* d'Orb. sp.
(Fig. 1—4 aus den Neocommergeln von Kutlovica.)
„ 5. Problematischer Wulst auf Kreidesandstein bei Kutlovica.
„ 6. *Fucoides Komašticensis* nov. sp. Aus den Neocommergeln von Komaštica.
„ 7 *a*. } *Harpoceras boreale* Seeb. sp. { *a*. Querschnitt der Schale.
„ 7 *b*. } { *b*. Ansicht des Bruchstückes von der Seite.
„ 8. *Harpoceras bifrons* Brug.
a. Von der Seite gesehen, *b*. Schale im Querschnitte.
„ 9. *Pecten* cf. *strionalis* Quenst.
„ 10. „ *aequivalvis* Sow.
„ 11. „ cf. *velatus* Gldf.
a. Querschnitt der Schale, um die Art der Rippung zu zeigen.
(Fig. 7—11 aus dem oberen Lias bei Basara.)
„ 12. *Rhynchonella* cf. *tetraëdra* Sow. (In drei verschiedenen Stellungen.)
d. Ansicht der Stützen der grossen Klappe.
„ 13. *Terebratula (Waldheimia)* cf. *numismalis* Lam. (In zwei verschiedenen Stellungen.)
„ 14. „ cf. *ovulum* Quenst.
a. Ansicht der kleinen Klappe, *b*. Ansicht von der Seite, um die Anwachslinien zu zeigen.
(Fig. 12—14 aus dem Liaskalke zwischen Koprivštica und Lukanja.)

TAFEL II.

Fig. 1. *Belemnites* sp. (ähnlich ist *B. giganteus* Schlth. juv.), vielleicht eine neue Art. Zwei Ansichten. (Von Basara).
„ 2. *Pecten textorius* Münst. Von Lukanja.
„ 3. *Belemnites* spec. (vielleicht *B. giganteus* Schlth.) (Dogger bei Etropol.)
„ 4. *Peltoceras* cf. *Arduennensis* d'Orb. (Oxfordschichten bei Etropol.)
„ 5. *Caprotina bulgarica* nov. sp.
a. Ansicht von der Seite her, *b*. Querschnitt in natürlicher Grösse, *c*. Querschnitt, vergrössert (2/1).
„ 6. *Caprotina bulgarica* nov. sp. Kleines Exemplar.
(Fig. 5 u. 6 Caprotinenkalk von Dobrevci.)
„ 7 und 8. Radiolen von Cidariten *(Hemicidaris)*.
„ 9. *Lithodomus oblongus* d'Orb.
„ 10. *Ostrea* cf. *tuberculifera* Dnk. (In vier verschiedenen Stellungen, in natürlicher Grösse und vergrössert.)
„ 11. *Waldheimia* cf. *tamarindus* Sow. sp.
(Fig. 7—11 aus den Bryozoenmergeln bei Oreše.)
„ 12. *Montlivaltia bulgarica* nov. sp.
a. Ansicht von der Seite, *b*. Querschnitt, *c*. Oberseite des Kelches.
„ 13. *Montlivaltia Hochstetteri* nov. sp.
a. Ansicht von der Seite, *b*. vergrösserter Querschnitt.
„ 14. *Montlivaltia Hochstetteri* nov. sp. (Var.)
„ 15. *Montlivaltia* spec.
a. Ansicht von der Seite, *b*. Querschnitt vergrössert.

Fig. 16. *Leptophyllia* (?) spec.
a. Ansicht von der Seite, b. die Körnelung der Aussenseite, vergrössert.
„ 17. *Axosmilia* (?) *Bouéi* nov. sp.
a. und b. Von aussen und Querschnitt in natürlicher Grösse, c. und d. vergrössert, e. ein spitz zulaufendes Exemplar.
„ 18. *Placosmilia* (?) spec.
Querschnitt in natürlicher Grösse.
„ 19. *Trochosmilia* spec.
a. Von aussen, b. Querschnitt in natürlicher Grösse.
„ 20. *Thamnastraea* (?) spec.
„ 21. *Pseudodiadema Picteti* Desor.
a. Ansicht in natürlicher Grösse, b. Ambulacralzone, vergrössert, c. Interambulacralzone vergrössert.

TAFEL III.

Fig. 1. *Pterinella Petersi* nov. gen. et sp.
a. Rechte Klappe von aussen, b. von innen.
„ 2. *Pterinella Petersi* nov. gen. et spec.
a. Linke Klappe (eines anderen Exemplares) von aussen, b. von innen.
„ 3. *Pterinella crassitesta* nov. sp.
a. Rechte Klappe von aussen, b. von innen,
„ 4. *Pterinella* spec.
a. Linke Klappe von aussen, b. von innen.
(Fig. 1—4 aus den sandigen Neocommergeln oberhalb Oreše.)

TAFEL IV.

Fig. 1. *Limopsis (Pectunculina)* cf. *complanata* d'Orb.
a. von aussen, b. von der Seite, c. vom Schlossrande.
„ 2. *Trigonia* spec.
„ 3. *Nerinea Foetterlei* nov. sp.
a. Natürliche Grösse, b. vergrössert, c. Faltenbildung.
„ 4. *Cerithium* cf. *peregrinorsum* d'Orb.
a. in natürlicher Grösse, b. ein Umgang, vergrössert.
„ 5. *Serpula* spec.
„ 6. *Serpula* cf. *lophioda* Gldf.
(Fig. 1—6 aus den sandigen Neocommergeln oberhalb Oreše.)
„ 7. *Terebratulina* cf. *Bourgeoisii* d'Orb. In drei Ansichten.
„ 8. *Rhynchonella* cf. *compressa* Lam. (*Rh.* cf. *difformis* Lam.) Zwei verschiedene Exemplare in je zwei Ansichten.
„ 9. *Ostrea* spec. (nov. sp.?)
„ 10. *Monopleura* (?) spec. (Ähnlich *M. Michaillensis* Pict. u. Camp.)
„ 11. *Pecten* cf. *Cottaldinus* d'Orb.
(Fig. 7—11 aus dem lichten Kalke von Konino.)
„ 12. *Siphonia (Hallirhoa)* spec.
a. Ansicht in natürlicher Grösse, b. ein Stück der abgewitterten Oberfläche, vergrössert.
„ 13. *Scyphia* (?) spec.
„ 14. *Polytremacis* cf. *Blainvilleana* d'Orb.
„ 15. *Latimaeandra* (?) spec.
„ 16. *Gervillia* (?) spec. (In drei Ansichten.)
„ 17. *Lucina* cf. *Vibrayeana* d'Orb.
„ 18. *Ptychomya* cf. *neocomiensis* de Loriol.
„ 19. *Nerinea* spec. (Vielleicht neue Art.)
(Fig. 12—19 aus der Spongiten-Korallenbank von Beževica.)
„ 20. *Ostrea (Exogyra)* spec. (Formenreihe der *Exogyra columba* Gldf.)
(Fig. 20 aus dem lichten Kalke zwischen Beževica und Kremena.)

BEITRAG

ZUR

THEORIE DER AUFLÖSUNG VON GLEICHUNGEN

MIT BEZUGNAHME AUF DIE

HILFSMITTEL DER ALGEBRAISCHEN UND GEOMETRISCHEN OPERATIONSLEHRE.

VON

Dr. LORENZ ŻMURKO,

K. K. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU LEMBERG.

(Mit 6 Holzschnitten.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 17. MÄRZ 1881.

Inhalt.

I. Capitel.

Versuch einer algebraischen Auflösung von Gleichungen, woraus hervorgeht, dass die hiebei eingeschlagene Methode bei über den vierten Grad hinausreichenden Gleichungen ihre Wirksamkeit verliert, dass sie aber zur reichhaltigen Quelle sich gestaltet von Kriterien, in deren Besitz auch über den vierten Grad hinausreichende Gleichungen eine algebraische Auflösung zulassen. Für Gleichungen mit numerischen Coëfficienten ergibt sich hieraus ein neues Auflösungsverfahren, welches vornehmlich bei Ermittlung ihrer complexen Wurzeln namhafte Vortheile bietet.

II. Capitel.

Graphische Bestimmung der reellen Wurzeln von algebraischen, sowie von algebraisch-transcendenten Gleichungen der Form:

$$\overset{m}{\underset{0}{S_\sigma}} [A_{\sigma,\varphi}\,\varphi^{m-\sigma}]=0, \quad \text{wo} \quad A_{\sigma,\varphi}=a_{\sigma,0}+\overset{\sigma}{\underset{0}{S_p}} [a_{\sigma,p}\sin^p\varphi+a'_{\sigma,p}\sin^{p-1}\varphi\cos\varphi].$$

Diese Methode bestimmt in directer Weise die reellen Wurzeln von Gleichungen, welche den sechsten Grad nicht überschreiten, sonst bildet sie einen einfachen gesetzmässigen Versuchsweg. Der Unterschied der zwei Bestimmungsarten der Wurzeln besteht nämlich darin, dass man die sogenannten Wurzelpunkte im ersten Falle als Begegnungspunkte zweier direct ausgezogenen Hilfscurven entnimmt, während im zweiten Falle eine der Hifscurven zwar sehr leicht, jedoch nur punktweise zur Darstellung gelangt.

Die algebraischtranscendenten Gleichungen werden für $m=1$, $m=2$ bedingungslos graphisch aufgelöst, für $m>2$ hingegen nur unter gewissen Bedingungen.

I. Capitel.

Auflösung der algebraischen Gleichungen vom Standpunkte der mathematischen Operationslehre.

§. 1.

Eine Gleichung mit Einer Unbekannten ist eine gegebene feste Relation einer unbekannten Grösse zu gegebenen Bekannten, welche nur durch gewisse passende Werthe der Unbekannten erfüllt wird. Im Gegensatze zu den sogenannten identischen Gleichungen nennt man solche Gleichungen hypothetische Gleichungen.

Bei Gelegenheit der stufenweisen Entwicklung der Fundamentalprincipien der mathematischen Operationslehre macht man mehrentheils die Erfahrung, dass sehr oft sich mehrere passende Werthe für die Unbekannte ergeben, deren jeder einer und derselben Gleichung genügt und als die sogenannte Wurzel derselben gilt. Bei algebraischen Gleichungen höheren Grades ist sogar streng bewiesen, dass eine solche Gleichung geradezu so viele Wurzeln definirt, als ihr höchster bei der Unbekannten stehender Exponent Einheiten zählt.

Man braucht nur an die Discussion einiger in der Operationslehre vorkommenden symbolischen Relationen

$$\begin{aligned} &1.\ \sqrt[n]{R}=x, \\ &2.\ 2r\cos\varphi=x, \quad \text{sobald} \quad \cos n\varphi=k, \\ &3.\ r\,\mathrm{tang}\,\varphi=x, \quad \text{sobald} \quad \mathrm{tang}\,n\varphi=k, \\ &4.\ \log k=x, \end{aligned} \qquad \ldots(1)$$

und an die dabei gemachten Erfahrungen zurückzudenken, um die Überzeugung zu gewinnen, dass bei bekannten Grössen r und k und der Unbekannten x in den Relationen 1., 2., 3. je ein System von n Werthen und in der Relation 4. sogar ein System von unendlich vielen Werthen definirt ist, welche als Wurzelwerthe der jeweiligen in (1) vorkommenden Gleichung gelten.

Beim Unternehmen, die Operationslehre durch die Theorie der Auflösung von Gleichungen zu bereichern, wird es nun vor Allem darauf ankommen, die eben notirten Fundamentalerfahrungen auszunützen, und so weit, als dies mit diesen Mitteln angeht, die Auflösung der Gleichungen zu fördern; und dann erst in analytischer Weise sich nach einem stufenweise fortschreitenden Verfahren umsehen, welches die Auffindung der Gleichungswurzeln, oder vielmehr die Zerfällung des Gleichungspolynoms in die sogenannten Wurzelfactoren vermitteln soll.

Während die erste und letzte in (1) zu Gleichungen

$$x^n-k=0,\ e^x-k=1-k+\frac{x^1}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+\ldots=0 \qquad \ldots(2)$$

führt, liegt es uns ob, die den Relationen 2. und 3. entsprechenden Gleichungen stufenweise zu bilden.

Aus der Relation $2r\cos\varphi = x$ erhält man:

$$\cos\ \varphi = \frac{x}{2r}, \ \sin\varphi = \sqrt{1-\frac{x^2}{4r^2}},$$

$$\cos 2\varphi = \cos^2\varphi - \sin^2\varphi = \frac{x^2}{4r^2} - 1 + \frac{x^2}{4r^2} = \frac{x^2}{4r^2} - 1,$$

$$\sin 2\varphi = \sqrt{1-\cos^2 2\varphi} = \sqrt{1-\left[\frac{x^4}{4r^4} - \frac{x^2}{r^2} + 1\right]} = \sqrt{\frac{x^2}{r^2}\left(1-\frac{x^2}{4r^2}\right)} = \frac{x}{r}\sqrt{1-\frac{x^2}{4r^2}}, \qquad \ldots(3)$$

$$\cos 3\varphi = \cos 2\varphi\cos\varphi - \sin 2\varphi\sin\varphi = \left(\frac{x^2}{2r^2} - 1\right)\frac{x}{2r} - \frac{x}{r}\left(1-\frac{x^2}{4r^2}\right) = \frac{x^3}{2r^3} - \frac{3x}{2r},$$

$$\sin 3\varphi = \sin 2\varphi\cos\varphi + \cos 2\varphi\sin\varphi = \left(\frac{x^2}{r^2} - 1\right)\sqrt{1-\frac{x^2}{4r^2}},$$

$$\cos 4\varphi = \cos 3\varphi\cos\varphi - \sin\varphi\sin 3\varphi = \frac{x^4}{2r^4} - \frac{2x^2}{r^2} + 1, \text{ u. s. w.}$$

Aus (3) findet man:

$$\begin{aligned} x &= 2r\cos\varphi, \\ x^2 - 2r^2 &= 2r^2\cos 2\varphi = 2r^2 k, \\ x^3 - 3r^2 x &= 2r^3\cos 3\varphi = 2r^3 k, \\ x^4 - 4r^2x^2 + 2r^4 &= 2r^4\cos 4\varphi = 2r^4 k, \quad \text{u. s. w.} \end{aligned} \qquad \ldots(4)$$

Die in (4) angeführten Resultate, welche man auf die eben gezeigte Weise stufenweise fortentwickeln kann, sind specielle Fälle folgender für ganze positive Werthe von n uneingeschränkt giltigen Relationen (s. **Ettingshausen's** Vorlesungen über höhere Mathematik, Bd. I, S. 114).

$$x = 2r\cos\varphi, \quad \mathop{S}_{0}^{\frac{n}{2}|}{}_{s}\left[(-1)^s \frac{n}{n-s}\binom{n-s}{s} r^{2s} x^{n-2s}\right] = 2r^n\cos n\varphi = 2r^n k, \qquad \ldots(5)$$

wo die Summirung für $s = 0, 1, 2, 3, \ldots \frac{n}{2}|$ ausgeführt werden soll, unter dem Symbol $\frac{n}{2}|$ diejenige grösste ganze Zahl verstanden, welche in der Bruchzahl $\frac{n}{2}$ noch enthalten ist.

Aus der zweiten Gleichung in (1) hat man:

$$\operatorname{tang}\ \varphi = \frac{x}{r},$$

$$k = \operatorname{tang} 2\varphi = \frac{2xr}{r^2 - x^2},$$

$$k = \operatorname{tang} 3\varphi = \frac{\frac{2xr}{r^2-x^2} + \frac{x}{r}}{1 - \frac{2rx^2}{r(r^2-x^2)}} = \frac{3r^2x - x^3}{r^3 - 3rx^2}, \qquad \ldots(6)$$

$$k = \operatorname{tang} 4\varphi = \frac{4r^3x - 4rx^3}{r^4 - 6r^2x^2 + x^4},$$

und ebenso ganz allgemein:

$$k = \operatorname{tang} n\varphi = \frac{\binom{n}{1} r^{n-1} x - \binom{n}{3} r^{n-3} x^3 + \binom{n}{5} r^{n-5} x^5 \ldots}{r^n - \binom{n}{2} r^{n-2} x^2 + \binom{n}{4} r^{n-4} x^4 \ldots}.$$

Aus diesen Relationen findet man zur Bestimmung von $\operatorname{tang}\varphi = x$, die Gleichungen:

für

$k = \operatorname{tang} 2\varphi \ldots\ldots kx^2 + 2rx - kr^2 = 0,$

$k = \operatorname{tang} 3\varphi \ldots\ldots x^3 - 3krx^2 - 3r^2x + kr^3 = 0,$

$k = \operatorname{tang} 4\varphi \ldots\ldots kx^4 + 4rx^3 - 6kr^2x^2 - 4r^3x + kr^4 = 0,$

und allgemein für ...(7)

. . . .

$$k = \operatorname{tang} 2n\varphi \ldots\ldots kx^{2n} + \binom{2n}{1} rx^{2n-1} - \binom{2n}{2} kr^2x^{2n-2} - \binom{2n}{3} r^3x^{2n-3} + \ldots + (-1)^n \binom{2n}{2n} kr^{2n} = 0,$$

$$k = \operatorname{tang}(2n+1)\varphi \,.\, x^{2n+1} - \binom{2n+1}{1} krx^{2n} - \binom{2n+1}{2} r^2x^{2n-1} + \binom{2n+1}{3} kr^3x^{2n-2} + \ldots + (-1)^{n+1} r^{2n+1} = 0.$$

Setzen wir $e^{\frac{2\pi}{n}i} = \cos\frac{2\pi}{n} + i\sin\frac{2\pi}{n} = \beta$, so findet man: ...(8)

$$\beta^n = 1 \quad \text{und auch} \quad \beta^{(s-1)n} = 1.$$

Ist ausserdem x_0 der numerische Werth von $\sqrt[n]{k}$, so erhalten wir:

$$x = x_s = x_0\beta^{s-1} \qquad ..(9)$$

und sehen unmittelbar ein, dass das nach (9) gebildete Werthsystem $(x_1, x_2, x_3 \ldots x_n)$ der ersten Gleichung in (2) als das entsprechende Wurzelsystem angehört.

Ist ebenso x_0 der primitive $\log k$, so findet man:

$$e^{x_0} - k = 0, \quad \text{aber auch} \quad e^{x_0 + (s-1)2\pi i} = e^{x_0}(\cos 2\pi + i\sin 2\pi)^{s-1} = e^{x_0} = k,$$

demgemäss wird

$$x = x_s = x_0 + (s-1)2\pi i$$

für jeden ganzen positiven oder negativen Werth von s eine Wurzel der zweiten Gleichung in (2) vorstellen.

In (4) sehen wir algebraische Gleichungen in Bezug auf die Unbekannte x von verschiedenem Grade, sobald man r und k als bekannte Grössen voraussetzt. Deutet die gegebene Grösse k auf eine Bogenzahl $m\varphi$ hin, so wird k auch dann bei seinem Werthe sich erhalten, wenn man an die Stelle der Bogenzahl φ die Bogenzahl $\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}$ hinsetzt, und zwar für ein beliebiges ganze s; demgemäss wird der entsprechenden Gleichung des $m$ten Grades für beliebiges ganzwerthige s der Ausdruck

$$x = x_s = 2r\cos\left(\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}\right) = \qquad ...(10')$$

$$= \left[r\cos\left(\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}\right) + ir\sin\left(\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}\right)\right] + \left[r\cos\left(\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}\right) - ir\sin\left(\varphi + (s-1)\frac{2\pi}{m}\right)\right] =$$

$$= re^{\varphi i}\left[e^{\frac{2\pi i}{m}}\right]^{s-1} + re^{-\varphi i}\left[e^{\frac{2\pi i}{m}}\right]^{1-s} = r\beta^{s-1}e^{\varphi i} + r\beta^{1-s}e^{-\varphi i},$$

somit der Ausdruck

$$x = x_s = r\beta^{s-1}e^{\varphi i} + r\beta^{1-s}e^{-\varphi i}, \quad \cos n\varphi = k, \quad \beta = e^{\frac{2\pi i}{m}} \qquad ...(10)$$

als Wurzel angehören. Es genügt hier für s die Werthe $1, 2, 3, \ldots m$ anzunehmen, um ein Werthsystem $(x_1, x_2, x_3 \ldots x_m)$ zu erhalten, welches das complete Wurzelsystem der nach (4) gebildeten Gleichung des $m$ten Grades ausmacht, sobald man in derselben k und r als constant voraussetzt.

In (6) sehen wir algebraische Gleichungen verschiedener Grade in Beziehung auf die Unbekannte x, sobald wir r und k als bekannte Grössen voraussetzen. Deutet die gegebene Grösse k auf die Bogenzahl $m\varphi$ hin,

so wird k auch dann noch bei seinem Werthe sich erhalten, wenn man an die Stelle von φ die Bogenzahl $\varphi+(s-1)\frac{\pi}{m}$ hinsetzt, und zwar für beliebiges ganzwerthige s.

Demgemäss wird der entsprechenden Gleichung des $m$ten Grades in (6) für beliebiges ganzwerthige s der Ausdruck:

$$x=x_s=r\operatorname{tang}\left(\varphi+(s-1)\frac{\pi}{m}\right)=\frac{r}{i}\,\frac{2i\sin\left(\varphi+(s-1)\frac{\pi}{m}\right)}{2\cos\left(\varphi+(s-1)\frac{\pi}{m}\right)}= \qquad \ldots(10'')$$

$$=\frac{r}{i}\,\frac{e^{\varphi i}\left[e^{\frac{\pi i}{m}}\right]^{s-1}-e^{-\varphi i}\left[e^{\frac{\pi i}{m}}\right]^{1-s}}{e^{\varphi i}\left[e^{\frac{\pi i}{m}}\right]^{s-1}+e^{-\varphi i}\left[e^{\frac{\pi i}{m}}\right]^{1-s}}=\frac{r}{i}\,\frac{e^{\varphi i}\left[e^{\frac{2\pi i}{m}}\right]^{s-1}-e^{-\varphi i}}{e^{\varphi i}\left[e^{\frac{2\pi i}{m}}\right]^{s-1}+e^{-\varphi i}}$$

und somit der Ausdruck:

$$x=x_s=\frac{r}{i}\,\frac{\beta^{s-1}\,e^{\varphi i}-e^{-\varphi i}}{\beta^{s-1}\,e^{\varphi i}+e^{-\varphi i}},\quad \beta=e^{\frac{2\pi i}{m}},\ \operatorname{tang} m\varphi=k \qquad \ldots(11)$$

als Wurzel angehören, und das Werthsystem $(x_1, x_2, x_3, \ldots x_m)$ als completes Wurzelsystem der Gleichung des $m$ten Grades aus (6) liefern, sobald man k und r als gegebene constante Grössen ansieht.

Ist nun eine Gleichung

$$y^m+b_1y^{m-1}+b_2y^{m-2}+\ldots+b^{m-1}y+b_m=0 \qquad \ldots(12)$$

zur Auflösung vorgelegt, so wäre vor Allem der Versuch angedeutet, ob das derselben angehörige Wurzelsystem sich aus irgend einem der uns eben bekannt gewordenen Wurzelsysteme ableiten liesse. Wollten wir etwa das in (10) angeführte Wurzelsystem zu diesem Zwecke verwenden, so wissen wir aus (4), dass die zugehörigen Normalgleichungen die specielle Eigenschaft besitzen, bei der Unbekannten x blos gerade Zahlen oder blos ungerade Zahlen als Exponenten zu führen. Zu diesem Zwecke müssen wir die Gleichung (12) durch Substitution $y=x-\frac{b_1}{m}$ transformiren und nachsehen, ob die nun mit der Unbekannten x hervorgehende Gleichung die erwünschte Form:

$$x^m+mpx^{m-2}+C_4x^{m-4}+C_6x^{m-6}+\ldots+2q=0 \qquad \ldots(13)$$

annimmt, d. h. eine Form, in welcher die Coëfficienten C_1, C_3, C_5, in Folge der erwähnten Transformation wirklich verschwinden.

Ist dies der Fall, so können wir die Gleichung (13) mit der entsprechenden Gleichung aus (4), nämlich mit der Gleichung

$$\overset{\frac{m}{2}}{\underset{0}{S_s}}\left[(-1)^s\frac{m}{m-s}\binom{m-s}{s}r^{2s}x^{m-2s}\right]-2r^m\cos m\varphi=0 \qquad \ldots(14)$$

vergleichen, um zu sehen, ob sich die Grössen k und r so bestimmen lassen, dass die Gleichung (14) mit der Gleichung (13) Glied für Glied coïncidirt. Hier müssen wir zwei Fälle unterscheiden, je nachdem m eine gerade oder ungerade Zahl vorstellt.

α) Ist m eine gerade Zahl, so erscheint (14) in folgender Form:

$$x^m-mr^2x^{m-2}+\frac{m}{m-2}\binom{m-2}{2}r^4x^{m-4}-\ldots+\left[(-1)^{\frac{m}{2}}2r^m-2r^m\cos m\varphi\right]=0 \qquad \ldots(15)$$

und wir erhalten aus der Vergleichung (13) mit (15) zunächst die Relationen:

$$-mr^2=mp,\quad 2r^m(-1)^{\frac{m}{2}}-2r^m\cos m\varphi=2q. \qquad \ldots(16)$$

Hieraus ergibt sich

$$r=[-p]^{\frac{1}{2}}=i(p)^{\frac{1}{2}}, \qquad \text{...(17)}$$

und in Folge dessen gibt die Vergleichung in Bezug auf die übrigen Coëfficienten in (13) und (15)

$$\begin{aligned} C_4 &= \frac{m}{m-2}\binom{m-2}{2}p^2 \\ C_6 &= \frac{m}{m-3}\binom{m-3}{3}p^3 \\ C_8 &= \frac{m}{m-4}\binom{m-4}{4}p^4 \qquad \text{...(18)} \\ &\vdots \\ C_{m-2} &= \frac{m}{\frac{m}{2}+1}\binom{\frac{m}{2}+1}{\frac{m}{2}-1}p^{\frac{m}{2}-1}. \end{aligned}$$

Hat man nun auch das Stattfinden der Relationen (18) bereits constatirt, so erhalten wir aus der zweiten Relation in (16)

$$\begin{aligned} \cos m\varphi &= (p^{\frac{m}{2}}-q):r^m, \quad i\sin m\varphi = \sqrt{q^2-2qp^{\frac{m}{2}}}:r^m \\ e^{m\varphi i} &= \left[(p^{\frac{m}{2}}-q)+\sqrt{q^2-2qp^{\frac{m}{2}}}\right]:r^m = H_1:r^m \qquad \text{...(19)} \\ e^{-m\varphi i} &= \left[(p^{\frac{m}{2}}-q)+\sqrt{q^2-2qp^{\frac{m}{2}}}\right]:r^m = H_2:r^m \\ e^{\varphi i} &= \pm\sqrt[m]{H_1}:r, \quad e^{-\varphi i}=\pm\sqrt[m]{H_2}:r, \end{aligned}$$

und demgemäss aus (10)

$$x=x_s=\beta^{s-1}\sqrt[m]{H_1}-\beta^{1-s}\sqrt[m]{H_2},\ y_s=x_s-\frac{b_1}{m}, \qquad \text{...(20)}$$

wo

$$\beta=\cos\frac{2\pi}{m}+i\sin\frac{2\pi}{m},\quad s=1,2,3,\ldots m.$$

Hier haben wir die Ausdrücke $\sqrt[m]{H_1}$ und $\sqrt[m]{H_2}$ mit entgegengesetzten Zeichen in Verwendung genommen, weil das Product der Coëfficienten von β in (10)

$$re^{\varphi i}\times re^{-\varphi i}=r^2=-p$$

gibt, und eben so erhalten wir das ähnliche Product aus (20).

$$\sqrt[m]{H_1}\times-\sqrt[m]{H_2}=-\left[(p^{\frac{m}{2}}-q)^2-(q^2-2qp^{\frac{m}{2}})\right]^{\frac{1}{m}}=-\left[[p^m]\right]^{\frac{1}{m}}=-p,$$

wie es auch sein soll.

β) Ist m eine ungerade Zahl, so erscheint (14) in folgender Form:

$$x^m-mr^2x^{m-2}+\frac{m}{m-2}\binom{m-2}{2}r^4x^{m-4}-\ldots+(-1)^{\frac{m-1}{2}}mr^{m-1}x-2r^m\cos m\varphi=0 \qquad \text{...(21)}$$

und wir erhalten aus der Vergleichung (13) mit (21) zunächst die Relationen:

$$-mr^2=mp,\ -2r^m\cos m\varphi=2q, \qquad \text{...(22)}$$

Hieraus ergibt sich $r=(-p)^{\frac{1}{2}}=i(p)^{\frac{1}{2}}$ und in Folge dessen gibt die Vergleichung in Bezug auf die übrigen Coëfficienten in (13) und (21)

$$\begin{aligned} C_4 &= \frac{m}{m-2}\binom{m-2}{2}p^2 \\ C_6 &= \frac{m}{m-3}\binom{m-3}{3}p^3 \\ &\ldots\ldots\ldots \\ C_{m-1} &= mp^{\frac{m-1}{2}}. \end{aligned} \qquad \ldots(23)$$

Hat man nun auch das Stattfinden der Relationen in (23) bereits constatirt, so erhalten wir aus (22)

$$\cos m\varphi = -q:r^m,\quad i\sin m\varphi = \sqrt{q^2+p^m}:r^m, \qquad \ldots(23')$$

$$e^{m\varphi i} = [-q+\sqrt{q^2+p^m}]:r^m,\quad e^{-m\varphi i} = [-q-\sqrt{q^2+p^m}]:r^m.$$

Setzt man hier

$$-q+\sqrt{q^2+p^m} = H_1',\quad -q-\sqrt{q^2+p^m} = H_2', \qquad \ldots(24)$$

so erhält man

$$e^{\varphi i} = \sqrt[m]{H_1'}:r,\quad e^{-\varphi i} = \sqrt[m]{H_2'}:r,$$

und schliesslich nach (10)

$$x = x_s = \beta^{s-1}\sqrt[m]{H_1'} + \beta^{1-s}\sqrt[m]{H_2'},\quad \beta = e^{\frac{2\pi i}{m}}. \qquad \ldots(25)$$

Die Formeln (20) und (25) gelten in dem Falle, wo sonst alle hier beschriebenen Bedingungen in Erfüllung gehen, für jeden ganzen Werth von s. Hat man aber eine Partie von m aufeinanderfolgenden zwischen $-\infty$ und $+\infty$ liegenden ganzen Zahlen bereits erschöpft, so erhält man aus diesen Formeln ein System von m Wurzeln — welches sich ebensogut aus jeder anderen Partie von m aufeinanderfolgenden Zahlen ergeben würde, nur in einer entsprechend anderen Anordnung. Die Auflösungen mittelst der Formeln (20) und (25) heissen desswegen p e r i o d i s c h e Auflösungen.

Für die Gleichung

$$x^2+2q=0$$

haben wir

$$x=\sqrt{-2q};$$

Anderseits erhalten wir nach (20) für

$$m=2,\ s=1$$

$$x=(p-q+\sqrt{q^2-2pq})^{\frac{1}{2}}-(p-q-\sqrt{q^2-2pq})^{\frac{1}{2}}$$

und hieraus für beliebiges p folgende Relation:

$$\sqrt{-2q}=(p-q+\sqrt{q^2-pq})^{\frac{1}{2}}-(p-q-\sqrt{q^2-2pq})^{\frac{1}{2}} \qquad \ldots(26)$$

Die Gleichung

$$x^4+4px^2+2q=0$$

gibt

$$x^2=-2p+\sqrt{4p^2-2q};$$

wenn man aber diese Gleichung nach (20) behandelt, so erhält man

$$m=4,\ s=1$$

setzend:

$$x=\sqrt[4]{p^2-q+\sqrt{q^2-2qp^2}}-\sqrt[4]{q-q-\sqrt{p^2-2qp^2}}$$

hiemit

$$\sqrt{-2p+\sqrt{4p^2-2q}} = \sqrt[4]{p^2-q+\sqrt{q^2-2qp^2}} - \sqrt[4]{p^2-q-\sqrt{q^2-2p^2q}}; \qquad \text{...(28)}$$

$$\sqrt{4p^2-2q} = \sqrt[2]{p^2-q+\sqrt{q^2-2qp^2}} + \sqrt[2]{p^2-q-\sqrt{q^2-2qp^2}} \text{ u. s. w.} \qquad \text{...(29)}$$

Bei der Gleichung des dritten Grades erhält man nach Elimination des zweiten Gliedes folgende für die Behandlung nach (25) taugliche Gleichungsform:

$$x^3+3px+2q=0 \qquad \text{...(30)}$$

und erhält nach (24)

$$H'_1 = -q+\sqrt{q^2+p^3}, \quad H'_2 = -q-\sqrt{q^2+p^3},$$

somit nach (25)

$$x = x_s = \beta^{s-1}\sqrt[3]{-q+\sqrt{q^2+p^3}} + \beta^{1-s}\sqrt[3]{-q-\sqrt{q^2+p^3}}, \qquad \text{...(31)}$$

$$\beta = e^{\frac{2\pi i}{3}} = -\frac{1}{2}+\frac{i\sqrt{3}}{2}, \quad \beta^2 = -\frac{1}{2}-\frac{i\sqrt{3}}{2},$$

$$\beta^{-1} = -\frac{1}{2}-\frac{i\sqrt{3}}{2}, \quad \beta^{-2} = -\frac{1}{2}+\frac{i\sqrt{3}}{2}, \quad \beta^0 = 1.$$

Ist hier

$$q^2+p^3>0$$

so setze man:

$$\sqrt[3]{-q+\sqrt{q^2+p^3}} = u_1, \quad \sqrt[3]{-q-\sqrt{q^2+p^3}} = u_2 \qquad \text{...(32)}$$

und erhält nach (31)

$$\begin{aligned} x_1 &= u_1+u_2, \\ x_2 &= -\frac{1}{2}(u_1+u_2)+\frac{i\sqrt{3}}{2}(u_1-u_2), \\ x_3 &= -\frac{1}{2}(u_1+u_2)-\frac{i\sqrt{3}}{2}(u_1-u_2). \end{aligned} \qquad \text{...(33)}$$

Ist jedoch p negativ und gleichzeitig

$$(q^2+p^3)<0,$$

so ist es vortheilhafter, aus den diesfälligen aus (22) stammenden Bedingungen

$$r^2 = -p \qquad r^3\cos 3\varphi = -q \qquad \text{...(34)}$$

die Grössen r und φ zu bestimmen, und in die diesfällig stattfindende aus (10′) stammende Formel

$$x = x_s = 2r\cos\left(\varphi+(s-1)\frac{2\pi}{3}\right) \qquad \text{...(35)}$$

die erhaltenen Werthe von r und φ zu substituiren, und schliesslich diese Formel für $s=1$, $s=2$ und $s=3$ zu berechnen, um in diesem Falle die drei reellen Wurzeln der Gleichung (30) zu erhalten. Aus (34) folgt

$$r = \sqrt{-p}, \quad \cos 3\varphi = \frac{-q}{(\sqrt{-p})^3}, \qquad \text{...(36)}$$

woraus die ausgesprochene Realität von r und φ und hiemit auch von x_1, x_2, x_3 hervorleuchtet.

Eine Gleichung des 4ten Grades kann wohl durch eine passende Transformation des Gliedes mit der dritten Potenz der Unbekannten entrathen, es müsste jedoch noch das Glied mit der ersten Potenz der Unbekannten gleichzeitig wegbleiben, um die so hervorgehende transformirte Gleichung nach der in (20) aufgestellten periodischen Formel zur Auflösung bringen zu können.

Es muss überhaupt eine Gleichung, deren Gradzahl die Zahl 3 um μ Einheiten überschreitet, mit ihren Coëfficienten μ bestimmte Bedingungen erfüllen, wenn diese Gleichung nach gehöriger Transformation einer periodischen Auflösung fähig sein soll.

Jetzt möge noch untersucht werden, unter welchen Bedingungen eine Gleichung

$$x^m + mPx^{m-1} + \binom{m}{2} Qx^{m-2} + \overset{m}{\underset{3}{S}}{}_\gamma [H_\gamma x^{m-\gamma}] = 0 \qquad \text{...(38)}$$

nach der periodischen Formel (11) aufgelöst werden kann.

α) Für ein gerades m vergleichen wir diese Gleichung mit der vorletzten Gleichung in (7), sobald man in derselben $2n$ mit m ersetzt, d. h. mit der Gleichung

$$kx^m + \binom{m}{1} rx^{m-1} - \binom{m}{2} r^2 kx^{m-2} - \binom{m}{3} r^3 x^{m-3} + \ldots + (-1)^{\frac{m}{2}} kr^m = 0 \qquad \text{...(39)}$$

und erhalten

$$\frac{r}{k} = P, \quad -r^2 = Q, \quad k = \operatorname{tang} m\varphi. \qquad \text{...(39')}$$

Hieraus ist

$$\frac{r}{i} = \sqrt{Q}, \quad k = \operatorname{tang} m\varphi = \frac{i\sqrt{Q}}{P}$$

$$\cos m\varphi = P : \sqrt{P^2 - Q}; \quad i \sin m\varphi = -\sqrt{Q} : \sqrt{P^2 - Q}$$

$$e^{m\varphi i} = (P - \sqrt{Q}) : \sqrt{P^2 - Q}; \quad e^{-m\varphi i} = (P + \sqrt{Q}) : \sqrt{P^2 - Q}$$

$$e^{\varphi i} = \sqrt[m]{P - \sqrt{Q}} : \sqrt[2m]{P^2 - Q}; \quad e^{-\varphi i} = \sqrt[m]{P + \sqrt{Q}} : \sqrt[2m]{P^2 - Q}$$

und hieraus nach (11)

$$x = x_s = \sqrt{Q}\, \frac{\beta^{s-1}\sqrt[m]{P - \sqrt{Q}} - \sqrt[m]{P + \sqrt{Q}}}{\beta^{s-1}\sqrt[m]{P - \sqrt{Q}} + \sqrt[m]{P + \sqrt{Q}}}, \quad \beta = e^{\frac{2\pi}{m} i}, \qquad \text{...(40)}$$

sobald für gerade g und ungerade g' die Bedingungen

$$H_g = \binom{m}{g} Q^{\frac{g}{2}}, \quad H_{g'} = (-1)^{\frac{g'+1}{2}} \binom{m}{g} P Q^{\frac{g'-1}{2}} \qquad \text{...(41)}$$

erfüllt worden sind.

β) Für ein ungerades m ist die Gleichung (38) mit der Gleichung

$$x^m - \binom{m}{1} rkx^{m-1} - \binom{m}{2} r^2 x^{m-2} + \binom{m}{3} r^3 kx^{m-3} + \ldots + (-1)^{\frac{m+1}{2}} r^m k = 0$$

zu vergleichen, und man erhält vor Allem:

$$-rk = P, \quad -r^2 = Q, \quad k = \operatorname{tang} m\varphi;$$

und hieraus

$$\frac{r}{i} = \sqrt{Q}, \quad k = \operatorname{tang} m\varphi = \frac{iP}{\sqrt{Q}}$$

$$\cos m\varphi = \sqrt{Q} : \sqrt{Q - P^2}, \quad i \sin m\varphi = -P : \sqrt{Q - P^2}$$

$$e^{m\varphi i} = [\sqrt{Q} - P] : \sqrt{Q - P^2},$$

und so fort:

$$x = x_s = \sqrt{Q}\, \frac{\beta^{s-1}\sqrt[m]{\sqrt{Q} - P} + \sqrt[m]{\sqrt{Q} + P}}{\beta^{s-1}\sqrt[m]{\sqrt{Q} - P} - \sqrt[m]{\sqrt{Q} + P}} \quad \beta = e^{\frac{2\pi}{m} i}, \qquad \text{...(42)}$$

sobald auch hier die Bedingungen (41) sämmtlich erfüllt worden sind.

Die Gleichung des zweiten Grades

$$x^2+2Px+Q=0 \qquad ...(43)$$

bezieht ihre Auflösung aus (40) für $m=2$ im Folgenden:

$$x=x_s=\frac{(-1)^{s-1}\sqrt{P-\sqrt{Q}}-\sqrt{P+\sqrt{Q}}}{(-1)^{s-1}\sqrt{P-\sqrt{Q}}+\sqrt{P+\sqrt{Q}}}\sqrt{Q}$$

oder ...(44)

$$x=x_s=\frac{[(-1)^{s-1}\sqrt{P-\sqrt{Q}}-\sqrt{P+\sqrt{Q}}]^2\sqrt{Q}}{-2\sqrt{Q}}=-P+(-1)^{s-1}\sqrt{P^2-Q},$$

und zwar bedingungslos, weil in der Gleichung (43) kein einziger mit H bezeichneter Coëfficient vorkommt.

Eine Gleichung des dritten Grades benöthigt zu ihrer Darstellung eines einzigen mit H bezeichneten Coëfficienten, und muss demgemäss eine Bedingung erfüllen, welche sich nach (41) für $g'=3$ in der Relation

$$H_3=PQ \qquad ...(45)$$

kundgibt, und besagt, dass die Gleichung dritten Grades nur in der speciellen Form:

$$x^3+3Px^2+3Qx+PQ=0 \qquad ...(46)$$

fähig sei, die periodische Auflösung aus (42) zu beziehen.

Eine vorgelegte wie immer beschaffene Gleichung

$$y^3+3ty^2+3py+2q=0 \qquad ...(47)$$

kann durch Transformation mittelst $y=x+\alpha$ für einen passenden Werth von α auf die Form (46) gebracht werden. Man erhält nämlich:

$$x^3+3(\alpha+t)x^2+3(\alpha^2+2t\alpha+p)x+(\alpha^3+3t\alpha^2+3p\alpha+2q)=0$$

und hieraus

$$\alpha+t=P,\ \alpha^2+2t\alpha+p=Q,\ \alpha^3+3t\alpha^2+3p\alpha+2p=PQ \qquad ...(48)$$

$$PQ=(\alpha+t)(\alpha^2+2t\alpha+p)=\alpha^3+3t\alpha^2+3p\alpha+2q$$

oder

$$\alpha(2t^2-2p)-(2q-tp)=0$$

$$\alpha=\frac{2q-tp}{2t^2-2p}. \qquad ...(49)$$

Wenn $t^2-p \gtrless 0$, so könnte man für diesen Werth von α P und Q berechnen, und dann erhält man nach (42) die Werthe von x und somit auch die Wurzeln der Gleichung (47).

Ist jedoch $t^2=p$, so erscheint die Gleichung (47) in folgender Form:

$$(y+t)^3-(t^3-2q)=0$$

und hieraus ist

$$y_s+t=\sqrt[3]{t^3-2q}.\ \beta^{s-1},\ \beta=e^{\frac{2\pi i}{3}} \text{ und } s=1,2,3. \qquad ...(50)$$

Für die Gleichung

$$y^3+3py+2q=0,$$

welche nur ein specieller Fall von (47) ist für $t=0$, erhalten wir aus (49) und (48)

$$\alpha=-\frac{q}{p},\ y=x-\frac{q}{p}\ P=-\frac{q}{p},\ Q=\frac{p^3+q^2}{p^2}$$

und hieraus nach (42)

$$x = x_s = \frac{\sqrt{p^3+q^2}}{p} \frac{\beta^{s-1}\sqrt[3]{q+\sqrt{p^3+q^2}} - \sqrt[3]{-q+\sqrt{p^3+q^2}}}{\beta^{s-1}\sqrt[3]{q+\sqrt{p^3+q^2}} + \sqrt[3]{-q+\sqrt{p^3+q^2}}} \quad \beta = e^{\frac{2\pi}{3}i}. \qquad \text{...(52)}$$

Multiplicirt man hier Zähler und Nenner mit dem Ausdrucke

$$\beta^{2(s-1)}(q+\sqrt{p^3+q^2})^{\frac{2}{3}} - \beta^{s-1}[q+\sqrt{p^3+q^2}]^{\frac{1}{3}}[-q+\sqrt{p^3+q^2}]^{\frac{1}{3}} + [-q+\sqrt{p^3+q^2}]^{\frac{2}{3}},$$

so erhält man nach vollbrachter Abkürzung einen in Bezug auf den Nenner rationalen Ausdruck:

$$x = x_s = \frac{q}{p} + \beta^{2(s-1)}\sqrt[3]{-q-\sqrt{p^3+q^2}} + \beta^{s-1}\sqrt[3]{-q+\sqrt{p^3+q^2}}$$

und demnach

$$y_s = x_s - \frac{q}{p} = \beta^{2(s-1)}\sqrt[3]{-q-\sqrt{p^3+q^2}} + \beta^{s-1}\sqrt[3]{-q+\sqrt{p^3+q^2}}$$

oder ...(53)

$$y_s = \beta^{s-1}\sqrt[3]{-q+\sqrt{p^3+q_2}} + \beta^{s-1}\sqrt[3]{-q-\sqrt{p^8+q^2}},$$

wie wir dies bereits sub (31) gefunden haben.

Für $m > 3$ kommen in der Gleichung (38) eben so viele mit H bezeichnete Coëfficienten in Verwendung, als $m-3$ Einheiten zählt, und dies ist auch die Anzahl der zu erfüllenden Bedingungen, sobald eine specielle über den dritten Grad hinausreichende Gleichung mit Hilfe der periodischen Formel zur Lösung gebracht werden soll.

Sonst sind die aus den Gleichungscoëfficienten zusammengesetzten periodischen Wurzelformeln immer fähig, die zugehörigen Gleichungen zu erfüllen, mögen die Coëfficienten selbst reell oder complex sich gestalten, und auch dann, wenn die aus den Bedingungen in (16), (23'), (39') und (41') stammenden Werthe der goniometrischen Functionen $\cos m\varphi$, $\operatorname{tang} m\varphi$ im goniometrischen Sinne einen Sinn haben oder nicht.

Die bei der Aufstellung der eben behandelten Auflösungsmethode herrschende Grundidee besteht eigentlich in der Annahme der typischen Formen: $x = \alpha + 2r\cos\varphi$; $x = \alpha + r\operatorname{tang}\varphi$, zu dem Zwecke, um durch zweckmässige Wahl der drei in denselben vorfindigen Argumente α, r, φ, diese von uns octroirten Ausdrücke als Wurzeln den Gleichungen aufzudringen. Da aber Gleichungen, welche über den dritten Grad hinausreichen ihre Wurzeln durch ihre Coëfficienten, also jedenfalls durch eine die Zahl 3 überschreitende Anzahl von Argumenten definiren, so ist es natürlich, dass solche Gleichungen nur unter gewissen speciellen Bedingungen sich die obigen blos aus drei Argumenten α, r, φ zusammengesetzten Formen als Wurzel aufnöthigen lassen. Um nun im Geschäfte der Auflösung von den dritten Grad überschreitenden Gleichungen weiter vorzudringen, müssen wir den hier befolgten synthetischen Weg verlassen, und in analitischem Sinne mehr in das Wesen des Zusammenhanges zwischen den Gleichungen und ihren Wurzeln einzugehen uns bemühen, um durch stufenweise Fortbildung der hier einschlägigen Operationen zu einer so weit als möglich wirksamen Auflösungsmethode zu gelangen.

§. 2.

Jede Gleichung können wir als eine Gleichung vom geraden Grade ansehen. Eine Gleichung vom ungeraden Grade können wir mit der ersten Potenz der Unbekannten multipliciren, um ihren höchsten Exponenten in eine gerade Zahl zu verwandeln; hiedurch gesellt sich zu dem Complex der dieser Gleichung angehörigen Wurzeln noch die Nulle als Wurzel an.

Wenn eine Gleichung vom $2n$ten Grade eine allgemeine Auflösung besitzt, so können wir durch Specialisirung der in der Auflösung einbegriffenen vieldeutigen Operationszeichen zu ihren sämmtlichen Wurzeln $x_1, x_2, x_3, \ldots x_{2n}$ gelangen, und demzufolge eine vorgelegte Gleichung

$$f(x) = \overset{2n}{\underset{0}{S_\nu}} [A_\nu x^\nu] = 0 \qquad \ldots(1)$$

in der Form

$$f(x) = A_{2n}(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)\ldots(x-x_{2n-1})(x-x_{2n}) = 0 \qquad \ldots(2)$$

darstellen.

Die hier ersichtlichen Wurzelfactoren können wir auf verschiedene Weise je in zwei Factorengruppen zusammenstellen dergestalt, dass die zu einem und demselben Paare gehörigen Gruppen P und P' als Producte von je n Factoren betrachtet folgende Relation erfüllen:

$$f(x) = A_{2n} . P . P'. \qquad \ldots(3)$$

Bezeichnet man mit s_{2n} die Anzahl der möglichen Fälle dieser Zerlegung, so erhalten wir

$$s_{2n} = \frac{1}{2}\binom{2n}{n} = \binom{2n-1}{n-1}. \qquad \ldots(4)$$

Unterscheidet man ferner die Paare von Partialproducten durch Anhängung der fortlaufenden Zeiger 1, 2, $3, \ldots s_{2n}$, so erhalten wir die selbstverständliche Relation

$$f(x) : A_{2n} = P_1 P'_1 = P_2 P'_2 = \ldots = P_{s_{2n}} . P'_{s_{2n}}, \quad \text{wo} \quad s_{2n} = \binom{2n-1}{n-1}. \qquad \ldots(5)$$

Ein jedes P erscheint nach Ausführung der Multiplication der darin enthaltenen Wurzelfactoren in folgender Form:

$$P = x^n + B_{n-1}x^{n-1} + B_{n-2}x^{n-2} + \ldots + B_1 x + B_0, \qquad \ldots(6)$$

und demgemäss

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(P+P') &= x^n + \frac{1}{2}(B_{n-1}+B'_{n-1})x^{n-1} + \frac{1}{2}(B_{n-2}+B'_{n-2})x^{n-2} + \ldots + \frac{1}{2}(B_0+B'_0), \\ \frac{1}{2}(P-P') &= \qquad \frac{1}{2}(B_{n-1}-B'_{n-1})x^{n-1} + \frac{1}{2}(B_{n-2}-B'_{n-2})x^{n-2} + \ldots + \frac{1}{2}(B_0-B'_0), \end{aligned} \qquad \ldots(7)$$

oder

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(P-P') &= x^n + m\,x^{n-1} + p\,x^{n-2} + q\,x^{n-3} + \ldots + h\,x + l, \\ \frac{1}{2}(P+P') &= \qquad m'x^{n-1} + p'x^{n-2} + q'x^{n-3} + \ldots + h'x + l', \end{aligned} \qquad \ldots(8)$$

und hieraus

$$f(x) : A_{2n} = PP' = \left[\frac{1}{2}(P+P')\right]^2 - \left[\frac{1}{2}(P-P')\right]^2, \qquad \ldots(9)$$

oder

$$f(x) : A_{2n} = [x^n + mx^{n-1} + px^{n-2} + \ldots + hx + l]^2 - [m'x^{n-1} + p'x^{n-2} + \ldots + h'x + l']^2 = 0,$$

wo die Coëfficientengruppe $m, m', p, p', q, q', \ldots h, h', l, l'$ für jedes bestimmte Paar von Partialproducten entsprechend sich gestaltet.

Es lässt sich demgemäss ein Gleichungspolynom des $2n$ten Grades auf s_{2n} verschiedene Weisen in eine Differenz zweier Quadrate umgestalten, von welchen das positiv zu nehmende Quadrat dem $n$ten, hingegen das negativ zu nehmende Quadrat höchstens dem $(n-1)$ten Grade angehört. ...(10)

Denkt man sich in (9) die angedeutete Erhebung zu Quadraten wirklich ausgeführt und das so entstandene nach x dem $2n$ten Grade angehörige Polynom Glied für Glied mit dem Polynom $f(x):A_{2n}$ verglichen, so erhält man $2n$ Gleichungen, welche durch die Coëfficienten $m, p, q, \ldots h, l, m', p', q', \ldots h', l'$ erfüllt werden müssen.

Von den $2n$ Bedingungsgleichungen wird eine wegfallen, sobald man den Coëfficienten m gleich in der Anlage der Rechnung der Relation $m = \frac{1}{2}(A_{2n-1}:A_{2n})$ entsprechend wählt. Die übrigbleibenden $(2n-1)$ Bedingungsgleichungen können dann zur Bestimmung der $2n-1$ Coëfficienten $p, q, \ldots h, l, m', p', q', \ldots h', l'$ verwendet werden. Wenn man aus diesen Gleichungen nach Elimination der Grössen $p, q, \ldots h, m', p', q', \ldots h', l'$ die blos die Unbekannte l enthaltende Endgleichung (R) sich gebildet vorstellt, so muss diese Gleichung wenigstens dem s_{2n}ten Grade in Bezug auf l angehören, weil eben diese Gleichung bestimmt ist, ein jedes von den Partialproductenpaaren $P_1, P'_1; P_2, P'_2; \ldots P_{s_{2n}}, P'_{s_{2n}}$ mit einem entsprechenden bestimmten Werthe von l zu versorgen. Dasselbe lässt sich von jeder anderen nach einem anderen unbekannten Coëfficienten geordneten Eliminationsgleichung behaupten. ...(11)

Setzt man:

$$x^n + \frac{1}{2}\frac{A_{2n-1}}{A_{2n}}x^{n-1} + p\,x^{n-2} + \ldots + h\,x + l = W_n$$
$$m'x^{n-1} + p'x^{n-2} + \ldots + h'x + l' = W_{n-1}, \qquad \ldots(12)$$

so erhält man

$$f(x):A_{2n} = W_n^2 - W_{n-1}^2 = (W_n + W_{n-1})(W_n - W_{n-1}) = PP' = 0$$

und hieraus

$$P = W_n + W_{n-1} = 0, \qquad \ldots(13)$$
$$P' = W_n - W_{n-1} = 0, \qquad \ldots(14)$$

zwei Gleichungen, deren jede dem $n$ten Grade angehört, und jede für sich zu n Wurzeln führt. Die so erhaltenen $2n$ Wurzeln gehören sämmtlich der Gleichung (1) an, und bilden ihre vollständige Auflösung.

Wäre man im Besitze aller Paare $P_1P'_1, P_2P'_2, \ldots P_{s_{2n}}P'_{s_{2n}}$ von supplementären Partialproducten, so könnte man ohne irgend welche Auflösungen der Gleichungen von der Sorte (13) (14) zu den Wurzeln der Gleichung (1) gelangen, und zwar auf folgende Weise. Man sucht zwischen zwei verschiedenartigen Partialproducten, etwa zwischen P_w und P'_u, das grösste gemeinschaftliche Mass $m_{w,u}$ und erhält etwa folgende Relationen:

$$P_w = p_w \cdot m_{w,u}, \quad P_u = p_u \cdot m_{w,u}. \qquad \ldots(15)$$

Die Gradzahlen von p_w und p_u sind gleich, und stellen sich mit der Gradzahl von m_{wu} entweder gleich oder ungleich. Im ersten Falle ist ihre gemeinschaftliche Gradzahl gleich $\frac{n}{2}$, im zweiten Falle hingegen erhält man etwa v als Differenz dieser Gradzahlen. Das mit der eventuellen Gradzahl $\frac{n}{2} - v$ ausgestattete Polynom mit der Nulle verglichen, liefert möglicherweise eine tiefgradige Gleichung, die wir unmittelbar auflösen können. Auf diese Weise gelangen wir schon in Folge einer solchen Untersuchung in den Besitz von einigen der Gleichung (1) angehörigen Wurzeln. Übrigens müssen sich bei Vornahme von immer anderen und anderen Paaren verschiedenartiger Partialproducte auch solche grösste gemeinschaftliche Masse ergeben, welche je blos einen einzigen Wurzelfactor von (1) repräsentiren.

Aus der hier gepflogenen Besprechung begnügen wir uns, die Überzeugung gewonnen zu haben, dass dieses eben angeführte Verfahren der Zerlegung des Gleichungspolynoms in Partialproducte ganz gewiss zum erwünschten Wurzelsysteme der Gleichung (1) eben so gut führen muss, als dies durch unmittelbare uns vorderhand noch unbekannte unmittelbare allgemeine Auflösung der Gleichung geschehen könnte.

Die allgemeine Gleichung (1), welche mit ihren Coëfficienten keinen Nebenbedingungen unterliegt, und welche keine uns bereits bekannte periodische Auflösung zulässt, werden wir bestrebt sein, dieselbe in erwähnte Partialproducte zu zerlegen, in der Hoffnung, dass vielleicht die mit (R) bezeichnete Hilfsgleichung sich leichter als die gegebene auflösen lässt, und dass in Folge dessen die gegebene Gleichung in zwei neue Gleichungen vom tieferen Grade zerfällt, deren jede als eine vom tieferen Grade sich ebenfalls leichter behandeln lässt, und zur Erhaltung des completen der Gleichung (1) angehörigen Wurzelsystems uns verhilft.

In wie weit wir auf eine so günstige Eventualität zählen können, erfahren wir aus der näheren Würdigung der Werthe, welche die Zahl $s_{2n} = \binom{2n-1}{n-1}$ für fortlaufende Werthe von $n = 1, 2, 3, 4, 5\ldots$ bietet.

Wir erhalten:

$$s_2 = \binom{1}{0} = 1,\ s_4 = \binom{3}{1} = 3,\ s_6 = \binom{5}{2} = 10,\ s_8 = \binom{7}{3} = 35,\ s_{10} = \binom{9}{4} = 252,\ s_{12} = \binom{11}{5} = 462\ldots,$$

folglich

$$s_2 < 2,\ s_4 < 4,\ s_6 > 6,\ s_8 > 8,\ s_{10} > 10,\ s_{12} > 12,\ldots \text{etc.} \qquad \ldots(16)$$

Im Angesichte der vorgeführten Vergleichungen können wir nur bei vorgelegten Gleichungen, welche nicht über den vierten Grad reichen, eine Hilfsgleichung (R) erwarten, welche eventuell einen tieferen Grad beurkundet, als die gegebene, und desshalb auch leichter zu behandeln wäre, als die gegebene. Für Gleichungen über den vierten Grad hinaus muss die Hilfsgleichung (R) einen höheren Grad beurkunden, als die gegebene. In Bezug auf den eben erwiesenen höheren Grad von (R) wäre schon anzunehmen, dass sie sich schwieriger behandeln lässt, als die gegebene. In Erwägung jedoch, dass (R) als Eliminationsgleichung mit ihren Coëfficienten manchen Bedingungen unterworfen sein dürfte, und gelegentlich auch solchen Bedingungen, deren Erfüllung die Hilfsgleichung zu einer solchen speciellen Gleichung gestalten, welche periodische uns bisher schon bekannte Auflösungen zulässt, müssen wir diesen Fall einer näheren Discussion unterwerfen.

Ist eine mit allgemeinen, keiner Bedingung unterworfenem Coëfficienten $(a_0, a_1, a_2, \ldots a_{n-1})$ versehene Gleichung wegen $2n > 4$, etwa wegen $2n = 3 + q$ $q > 1$ in periodischen Formeln nicht auflösbar, so sind wir bemüssigt, zur Hilfsgleichung (R) unsere Zuflucht zu nehmen, welche einen die Zahl $2n$ um Q Einheiten übertreffenden Grad m beurkundet; dies gibt die Relationen

$$2n = 3 + q\,,\quad m = 3 + q + Q.$$

Die Coëfficienten $(C_0, C_1, C_2 \ldots C_m)$ der Hilfsgleichung (R) lassen sich im Wege der Elimination durch Coëfficienten $(a_0, a_1, \ldots a_{2n-1})$ der gegebenen Gleichung darstellen, und veranlassen die Bestimmungsgleichungen

$$C_g = \varphi_g(a_0, a_1, \ldots a_{2n-1})\,,\quad g = 0, 1, 2, 3\ldots, (m-2), (m-1). \qquad \ldots(17)$$

Wenn man aus diesen m Bestimmungsgleichungen die $2n$ Grössen $a_0, a_1, a_2, \ldots a_{2n-1}$ eliminirt, so erhält man zum Resultate blos aus $C_0, C_1, C_2, \ldots C_{2n-1}$ gebaute Gleichungen, etwa in der Form

$$F_g(C_0, C_1, C_2, \ldots C_m) = 0\,,\quad g = 1, 2, 3, \ldots m - 2n,$$

also jedenfalls blos $m - 2n = (3 + q + Q) - (3 + q) = Q$ Bedingungsgleichungen, denen die in (R) spielenden m Coëfficienten unterworfen sein können. Wären diese Bedingungen sogar solche, wie man sie für die eventuelle Möglichkeit einer periodischen Auflösung wünscht, so sind sie jedenfalls nicht in hinlänglicher Anzahl vorhanden, da die Zahl Q kleiner ist, als die Differenz $m - 3 = q + Q$, welche im vorigen Paragraphe als die Anzahl der zu erfüllenden Bedingungen verlangt wurde, wenn überhaupt eine periodische Auflösung als zulässig erkannt werden soll.

Aus der für s_{2n} gebildeten Zahlenreihe ersehen wir $s_4 = 3$; im nächsten Paragraphe werden wir erfahren, dass die zur Gleichung des vierten Grades sich erbietende Hilfsgleichung (R) sich wirklich als eine Gleichung vom dritten Grade, also als eine bereits periodisch aufgelöste Gleichung präsentirt, und in Folge dessen zur

completen Auflösung einer allgemeinen Gleichung vom vierten Grade führt. Aber schon für die Gleichung des fünften und sechsten Grades haben wir $s_6 = 10$, und sind versichert, dass die zugehörige Hilfsgleichung (R) wenigstens die Zahl 10 als ihre Gradzahl aufweisen muss, und ganz gewiss weder eine periodische Auflösung zulässt, noch auch auf der nun möglichen Auflösung der Gleichungen des vierten Grades ihre Auflösung basiren kann. Die Auflösung dieser wenigstens zum zehnten Grade gehörigen Gleichung, wie auch der folgenden zu Gleichungen von noch höherem Grade gehörigen Hilfsgleichungen können wir von nirgends her erwarten; es hiesse dies einer Ungereimtheit, einer naturwidrigen analytischen Erscheinung das Wort reden, nach welcher die Analysis die Operationsgeschäfte niederen Ranges zu erledigen hätte, auf Grundlage der ausser allem Zusammenhange vereinzelt stehenden Auflösungen von Gleichungen, welche der Reihe (16) gemäss mit ihren Gradzahlen rascher als in einer mit dem Quotienten 3 versehenen geometrischen Progression voraneilen.

Übrigens belehrt uns der Anblick der Zahlenreihe (16), dass die Gleichungen in zwei gesonderte Partien zerfallen. Die in die erste Partie fallenden Gleichungen haben eine Hilfsgleichung (R), welche in der Gradzahl sich niedriger stellt, und desswegen leichter auflösbar ist, als die ihr zugehörige Gleichung. Die Hilfsgleichung in der zweiten Partie ist immer von höherem Grade, und desswegen schwieriger auflösbar, als die zugehörige Gleichung selbst. Namentlich sind es Gleichungen des vierten Grades, welche die erste Partie abschliessen, und wirklich eine allgemeine Auflösung zulassen.

Wollte man, dieser Thatsache entgegen, auch noch einige oder beliebig viele über den vierten Grad reichende Gleichungen als allgemein auflösbar ansehen, so hiesse dies der hier allgemein für alle Grade auf gleiche Weise angelegten Analyse den logischen Widerspruch zumuthen, dass sie in einer und derselben Partie der allgemein auflösbaren Gleichungen nur einige wenige in Schutz nimmt, und durch die Hilfsgleichung ihre Auflösung erleichtert, dagegen die übrigen ebenfalls in die Kategorie der auflösbaren Fälle gehörenden Gleichungen durch die Hilfsgleichung geradezu erschwert.

Im Angesichte dieser aus der Zahlenreihe (16) sich natürlich ergebenden Grenzmarke schliessen wir, dass im algebraischen Sinne die über den vierten Grad hinausreichenden Gleichungen keine allgemeine Auflösung besitzen.

§. 3.

Anwendung der analytischen Methode auf die Auflösung von Gleichungen.

In Bezug auf die Gleichung vom zweiten Grade

$$x^2 + 2ax + b = 0 \qquad \ldots(1)$$

haben wir $n = 1$, $s_2 = 1$ und dann nach (12)

$$x^2 + 2ax + b = (x+a)^2 - m'^2 = (x+a+m')(x+a-m') = x^2 + 2ax + (a^2 - m'^2) = 0.$$

Hieraus haben wir zur Bestimmung von m' folgende Gleichung:

$$a^2 - m'^2 = b, \quad m' = \sqrt{a^2 - b}. \qquad \ldots(2)$$

Zur Bestimmung der Wurzeln der Gleichung (1) dienen dann die Gleichungen vom ersten Grade:

$$x + a + m' = x + a + \sqrt{a^2 - b} = 0,$$

$$x + a - m' = x + a - \sqrt{a^2 - b} = 0,$$

daher

$$x_1 = -a - \sqrt{a^2 - b}, \quad x_2 = -a + \sqrt{a^2 - b}, \qquad \ldots(3)$$

oder zusammengefasst zu der sogenannten allgemeinen Auflösung der Gleichung (1)

$$x = -a \pm \sqrt{a^2 - b}. \qquad \ldots(4)$$

Hier ist die Auflösung der Gleichung zweiten Grades durch Vermittlung der einfacheren zur Bestimmung von m' dienenden Hilfsgleichung (2) erfolgt.

Bei einer Gleichung des vierten Grades

$$x^4+2ax^3+bx^2+2cx+d=0, \qquad \ldots(5)$$

haben wir

$$n=2,\; s_4=\binom{2n-1}{n-1}=\binom{3}{1}=3,$$

und dann nach (12)

$$x^4+2ax^3+bx^2+2cx+d=(x^2+ax+p)^2-(m'x+p')^2=0. \qquad \ldots(6)$$

Aus der Vergleichung der beiderseitig zu gleichnamigen Potenzen von x gehörigen Coëfficienten erhalten wir zur Bestimmung von p, m', p' folgende Relationen:

$$2p+a^2-m'^2=b,\; ap-m'p'=c,\; p^2-p'^2=d. \qquad \ldots(7)$$

Hieraus haben wir

$$m'^2=2p^2+a^2-b,\; p'^2=p^2-d,\; m'p'=ap-c,\; m'=\frac{ap-c}{\sqrt{p^2-d}}, \qquad \ldots(8)$$

$$m'^2p'^2=(2p^2+a^2-b)(p^2-d)=(ap-c)^2$$

und schliesslich geradezu der Relation $s_4=3$ entsprechend die zur Bestimmung p dienende Gleichung:

$$2p^3-bp^2+2(ac-d)p+[d(b-a^2)-c^2]=0. \qquad \ldots(9)$$

Diese zur Auflösung der Gleichung vierten Grades dienende Hilfsgleichung (R) ist dem dritten Grad angehörig und liefert nach einer der periodischen Formeln die Wurzeln p_1, p_2, p_3. Auf Grund einer dieser drei Wurzeln etwa auf Grund von p_1 finden wir nach (8)

$$m_1'=\frac{ap_1-c}{\sqrt{p_1^2-d}},\; p_1'=\sqrt{p_1^2-d}. \qquad \ldots(10)$$

Die Wurzeln der vorgelegten Gleichung ergeben sich aus nun bekannten Partialgleichungen

$$P=x^2+(a+m_1')x+(p_1+p_1')=0, \qquad \ldots(11)$$

$$P'=x^2+(a-m_1')x+(p_1-p_1')=0,$$

im Folgenden:

$$2x_1=-(a+m_1')+\sqrt{(a+m_1')^2-4(p_1+p_1')},$$

$$2x_2=-(a+m_1')-\sqrt{(a+m_1')^2-4(p_1+p_2')},$$

$$2x_3=-(a-m_1')-\sqrt{(a-m_1')^2-4(p_1-p_1')}, \qquad \ldots(12)$$

$$2x_4=-(a-m_1')+\sqrt{(a-m_1')^2-4(p_1-p_1')},$$

oder alle diese Werthe in die sogenannte allgemeine Auflösung zusammengezogen:

$$2x=-\left(a+\frac{ap_1-c}{\sqrt{p_1^2-d}}\right)+\sqrt{\left(a+\frac{ap_1-c}{\sqrt{p_1^2-d}}\right)^2-4(p_1+\sqrt{p_1^2-d})}. \qquad \ldots(13)$$

Aus der letzten sogenannten allgemeinen Auflösung der Gleichungen vierten Grades erhält man alle vier Wurzeln, sobald man die darin vorkommenden zwei Gattungen von Quadratwurzeln auf alle möglichen Weisen mit den Vorzeichen $+$ und $-$ behaftet.

Für $d=0$ erhält man $p=p'$ und demgemäss aus (12) $x_4=0$, wie es sein soll, weil in diesem Falle nur die Wurzeln x_1, x_2, x_3 der diesfälligen Gleichung dritten Grades

$$x^3+2ax^2+bx+2c=0 \qquad \ldots(14)$$

angehören.

Als Hilfsgleichung (R) für die Gleichung (14) erhält man aus (9)

$$2p^3+bp^2+2acp-c^2=0\ldots(R), \qquad \ldots(15)$$

welche für $p=-\frac{c}{x}$ in die Gleichung (14) übergeht, und besagt, dass $-\frac{c}{x'}$ eine Wurzel der Hilfsgleichung (15) sein wird, sobald die cubische Gleichung (14) den Werth x' zur Wurzel hat.

Für $d=0$ und $p_1=-\frac{c}{x'}$ erhält man

$$m_1'=\frac{ap_1-c}{\sqrt{p_1^2-d}}=-(a+x')\sqrt{1},\; p_1'=\sqrt{p_1^2-d}=\sqrt{\frac{c^2}{x'^2}}=\frac{c}{x'}\sqrt{1}$$

und demgemäss aus (13)

$$2x=-\left(a-(a+x')\sqrt{1}\right)+\sqrt{\left(a-(a+x')\sqrt{1}\right)^2-\frac{4c}{x'}\left(-1+\sqrt{1}\right)} \qquad \ldots(16)$$

woraus durch Specialisirung der darin vorkommenden zwei Wurzelzeichen in Bezug auf die möglichen positiven und negativen Vorzeichen vier Werthe hervorgehen, von denen einer verschwindet; die drei von Null verschiedenen Werthe stellen die Wurzeln der Gleichung (14) vor. Daraus geht hervor, dass man bei einer cubischen Gleichung nach (16) je zwei Wurzeln als Functionen der dritten darstellen kann.

Nachdem wir die Auflösung der Gleichung bis zum vierten Grade einschliessig erschöpfend behandelt haben, müssen wir der Auseinandersetzung im vorigen Paragraphe gemäss von dem Anstreben der allgemeinen Auflösung von Gleichungen weiterer Grade abstehen, wollen aber die hier eingeleitete Analyse befragen, ob sich nicht irgend welche speciellen Gleichungstypen ausfindig machen lassen, welche zur Auflösung gebracht werden können.

Offenbar können es nur solche Fälle sein, wo, unbekümmert um die diesfällig schwer zu bewältigende Hilfsgleichung (R), schon die ursprünglich angelegten Bedingungsgleichungen von der Art wie in (7) in Folge gewisser specieller Gleichungscoëfficienten fähig sind, uns unmittelbar zu den Werthen von $p, q, h,\ldots l, m', p', q', h',\ldots l'$ zu verhelfen, und auf diese Weise uns gewisse Erleichterungen in Beziehung auf die Auflösung der Gleichung selbst zu bieten. Im Nächsten wollen wir uns namentlich mit solchen Gleichungen befassen, deren Coëfficienten es zulassen, dass eine oder einige von den unbekannten Grössen $p, q, h,\ldots l, m', p', q', h',\ldots l'$ den Nullwerth erhalten.

Schon mit den Bedingungen (7) beginnend, suchen wir nach derjenigen Gleichungsform, welche den Werth $p=0$ zulässt.

Aus diesen Bedingungen

$$2p+a^2-m'^2=b,\; ap-m'p'=c,\; p^2-p'^2=d \qquad \ldots(17)$$

folgt für $p=0$

$$p'^2=-d,\; m'^2=a^2-b,\; m'^2p'^2=c^2,$$

daher auch

$$d(a^2-b)+c^2=0,\; b=\frac{c^2}{d}+a^2, \qquad \ldots(18)$$

eine durch die Gleichungscoëfficienten a, b, c, d zu erfüllende Bedingung, wenn die Gleichung den Werth $p=0$ zulassen soll. Die dem angeführten Werthe von b entsprechende Gleichungsform ist:

(I) $$x^4+2ax^3+\left(a^2+\frac{c^2}{d}\right)x^2+2cx+d=0, \qquad \ldots(19)$$

für welche wir aus (17)

$$p=0,\; p'=i\sqrt{d},\; m'=\frac{ci}{d}$$

k*

erhalten. Ihre Wurzeln ergeben sich unmittelbar aus (12)

$$2x_{1,2} = -\left(a+\frac{ci}{a}\right) \pm \sqrt{\left(a+\frac{ci}{a}\right)^2 - 4i\sqrt{d}}$$
$$2x_{3,4} = -\left(a-\frac{ci}{a}\right) \pm \sqrt{\left(a-\frac{ci}{a}\right)^2 - 4i\sqrt{d}}. \qquad \dots(20)$$

Für $p'=0$ erhält man nach (17)

$$p=\sqrt{d}=\frac{c}{a},\ m'=\sqrt{2\sqrt{d}+a^2-b}=\sqrt{a^2-b+\frac{c}{a}},\ d=\frac{c^2}{a^2},$$

und demgemäss die zugehörige Gleichungsform

(II) $$x^4+2ax^3+bx^2+2cx+\frac{c^2}{a^2}=0$$

mit den Wurzeln:

$$2x_{1,2} = -\left(a+\sqrt{a^2-b+\frac{c}{a}}\right) \pm \sqrt{\left(a+\sqrt{a^2-b+\frac{c}{a}}\right)^2 - 4\frac{c}{a}},$$
$$2x_{3,4} = -\left(a-\sqrt{a^2-b+\frac{c}{a}}\right) \pm \sqrt{\left(a-\sqrt{a^2-b+\frac{c}{a}}\right)^2 - 4\frac{c}{a}}. \qquad \dots(21)$$

Für $m'=0$ haben wir aus (17)

$$p=\frac{c}{a}=\frac{b-a^2}{2};\ p'^2=\frac{c^2}{a^2}-d,\ c=\frac{a}{2}(b-a^2),$$

und hieraus die Form

(III) $$x^4+2ax^3+bx^2+a(b-a^2)x+d=0$$

mit den Wurzeln:

$$2x_{1,2} = -a \pm \sqrt{a^2-4\left[\frac{1}{2}(b-a^2)-\sqrt{\frac{1}{4}(b-a^2)^2-d}\right]},$$
$$2x_{3,4} = -a \pm \sqrt{a^2-4\left[\frac{1}{2}(b-a^2)+\sqrt{\frac{1}{4}(b-a^2)^2-d}\right]}. \qquad \dots(22)$$

Ist

$$y^4+2a'y^3+b'y^2+2c'y+d'=0 \qquad \dots(23)$$

die reciproke Gleichung der Gleichung (8), so ist offenbar

$$a'=\frac{c}{d},\ b'=\frac{b}{d},\ c'=\frac{a}{d},\ d'=\frac{1}{d}. \qquad \dots(24)$$

Als Coëfficientenbedingungen für diese Gleichung erhält man durch Nachbildung der Bedingungen bei (I) (II) und (III) folgende:

$$b'=\frac{c'^2}{d'^2}+a'^2,\ d'=\frac{c'^2}{a'^2},\ c'=\frac{a'}{2}(b'-a'^2), \qquad \dots(25)$$

und durch Einführung der Werthe aus (24) erhalten wir folgende Bedingungsgleichungen

$$b=\frac{c^2}{d^2}+a^2,\ d=\frac{c^2}{a^2},\ b=2\left(\frac{ad}{c}+\frac{c^2}{2d}\right). \qquad \dots(26)$$

Von diesen Bedingungen ist nur die dritte von denen in (I), (II), (III) verschieden und veranlasst folgende neue specielle Gleichungsform:

(IV) $$x^4+2ax^3+2\left(\frac{ad}{c}+\frac{c^2}{2d}\right)x^2+2cx+d=0. \qquad \dots(27)$$

Wegen

$$c' = \frac{a'}{2}(b' - a'^2)$$

wird die Auflösung der Gleichung (23), nach den Formen in (22) gebildet, auf folgende Weise sich stellen:

$$2y_{1,2} = -a' \pm \sqrt{a'^2 - 4\left[\frac{1}{2}(b'-a'^2) + \sqrt{\frac{1}{4}(b'-a'^2)^2 - d}\right.},$$

$$2y_{3,4} = -a' \pm \sqrt{a'^2 - 4\left[\frac{1}{2}(b'-a'^2) - \sqrt{\frac{1}{4}(b'-a'^2)^2 - d}\right.}.$$

Führt man hier die Substitutionen

$$y = \frac{1}{x},\ a' = \frac{c}{d},\ b' = \frac{b}{d},\ c' = \frac{a}{d},\ d' = \frac{1}{d}$$

durch, so erhält man für die specielle Gleichungsform (IV) folgende Auflösung:

ad (IV)

$$\frac{2}{x_{1,2}} = -\frac{c}{d} \pm \sqrt{\frac{c^2}{d^2} - 4\left(\frac{a}{c} + \sqrt{\frac{a^2}{c^2} - \frac{1}{d}}\right)}, \qquad \text{...(28)}$$

$$\frac{2}{x_{3,4}} = -\frac{c}{d} \pm \sqrt{\frac{c^2}{d^2} - 4\left(\frac{a}{c} - \sqrt{\frac{a^2}{c^2} - \frac{1}{d}}\right)}.$$

Die Eruirung der typischen Gleichungsformen, welche mit ihren Coëfficienten m', p', p, etwa ein paarweises Verschwinden zulassen, und in Folge dessen eine unmittelbare Auflösung besitzen, überlassen wir dem Leser, und schreiten zur ähnlichen Discussion der Gleichung vom 6ten Grade

$$f(x) = x^6 + 2ax^5 + bx^4 + 2cx^3 + dx^2 + 2cx + f = 0. \qquad \text{...(29)}$$

Hier ist

$$n = 3,\ s_6 = \binom{2n-1}{n-1} = \binom{5}{2} = 10,$$

und

$$f(x) = [x^3 + ax^2 + px + q]^2 - [m'x^2 + p'x + q']^2 = 0. \qquad \text{...(30)}$$

Aus der Vergleichung der Coëfficienten bei gleichnamigen Potenzen von x in (29) und (30) erhalten wir:

$$\begin{aligned} b &= a^2 - m'^2 + 2p, \\ c &= q + ap - m'p', \\ d &= p^2 + 2aq - p'^2 - 2m'q', \\ e &= pq - p'q', \\ f &= q^2 - q'^2. \end{aligned} \qquad \text{...(31)}$$

1. Sollen die Gleichungscoëfficienten $m' = 0$ zulassen, so müssten durch die übrigen vier Grössen p, q, p', q' die fünf Gleichungen erfüllt werden; aus denselben erhält man für $m' = 0$

$$p = \frac{1}{2}(b - a^2),\ q = c - \frac{a}{2}(b - a^2),$$

$$p'^2 = \frac{1}{4}(b - a^2)^2 + 2ac - a^2(b - a^2) - d,$$

$$q'^2 = \left[c - \frac{a}{2}(b - a^2)\right]^2 - f, \qquad \text{...(32)}$$

$$p'^2 q'^2 = \left[\frac{1}{2}(b - a^2)\left[c - \frac{a}{2}(b - a^2)\right] - e\right]^2 = \left\{\left[c - \frac{a}{2}(b - a^2)\right]^2 - f\right\}\left\{\frac{1}{4}(b - a^2)^2 + 2ac - a^2(b - a^2) - d\right\},$$

und hieraus die verlangte Coëfficienten-Bedingungsgleichung:

$$f=\frac{[(b-a^2)^2+8ac-4a^2b+4a^4-4d][2c-ab+a^3]^2-[(b-a^2)(2c-ab+a^2)-4e]^2}{4[(b-a)^2+8ac-4a^2b+4a^4-4d]}=(f), \quad \ldots(33)$$

und auf Grundlage dieser Bedingungsgleichung die specielle Gleichungsform des sechsten Grades

$$\text{(I)} \qquad x^6+2ax^5+bx^4+2cx^3+dx^2+2ex+(f)=0, \quad \ldots(34)$$

welche mit Hilfe der in (32) ersichtlichen Werthe von p, q, p', q' in folgende zwei Gleichungen des dritten Grades zerfällt:

$$\begin{aligned} x^3+(a+m')x^2+(p+p')x+(q+q') &= 0 \\ x^3+(a-m')x^2+(p-p')x+(q-q') &= 0, \end{aligned} \quad \ldots(35)$$

aus welchen unmittelbar die specielle Gleichung (I) ihre sechs Wurzeln bezieht.

2. Um im Falle $p=0$ die Coëfficienten-Bedingungsgleichung zu finden, haben wir aus (31)

$$\begin{aligned} & m'^2=a^2-b\,, \quad q'^2=q^2-f \\ & p'^2=2aq-2\sqrt{(a^2-b)(q^2-f)}-d\,, \quad q'=\frac{q-c}{\sqrt{a^2-b}}, \\ & q'^2p'^2=e^2=\frac{(q^2-f)(q-c)^2}{a^2-b}, \\ & p'^2=2aq-d-2\sqrt{(a^2-b)(q^2-f)}=\frac{(q-c)^2}{a^2-b}. \end{aligned} \quad \ldots(36)$$

Ordnet man die letzten zwei Gleichungen nach den Potenzen von q, so erhält man:

$$\begin{aligned} & q^4-2cq^3+(e^2-f)q^2+2cfq+[be^2-e^2a^2-c^2f]=0 \\ & q^4+Q_3q^3+Q_2q^2+Q_1q+Q_0=0 \end{aligned} \quad \ldots(37)$$

mit den Bestimmungen

$$\begin{aligned} Q_3 &= -4(a^3-ab+c), \\ Q_2 &= 4(a^3-ab+c)^2-2(db-c^2-da^2)-4(a^2-b), \\ Q_1 &= 4(a^3-ab+c)(db-c^2-da^2), \\ Q_0 &= (db-c^2-da^2)^2+4f(a^2-b). \end{aligned} \quad \ldots(38)$$

Der Fall $p=0$ verlangt vor Allem solche Gleichungscoëfficienten, dass die zwei Gleichungen in (37) in Bezug auf die Unbekannte q wenigstens eine gemeinschaftliche Wurzel besitzen. Bezeichnen wir mit $[q]$ die eventuell mögliche gemeinschaftliche Wurzel, so können wir auf Grundlage ihres Werthes auch noch die Werthe von m', p', q' berechnen, und diese Werthe in die cubischen Gleichungen (35) einführen. Die sechs aus diesen cubischen Gleichungen gezogenen x-Werthe stellen dann das vollständige Wurzelsystem derjenigen speciellen Gleichung vor, welche mit ihren Coëfficienten die Existenz von $[q]$ verbürgen.

Ist

$$\varphi(a,b,c,d,e,f)=\varphi=0 \quad \ldots(39)$$

diejenige Gleichung, welche aus (37) durch Elimination von q hervorgeht und λ eine beliebige Grösse, so erhält man die zur Annahme $p=0$ gehörige typische Gleichung in folgender Form:

$$\text{(II)} \qquad x^6+2ax^5+bx^4+2cx^3+dx^2+2ex+f+\lambda\varphi=0,$$

wo λ als eine willkürliche Grösse aufgefasst wird.

3. **Für** $q=0$ **ist**

$$
\left.
\begin{aligned}
& q'^2=-f\,, \quad p'=\frac{-c}{i\sqrt{f}} \\
& p^2=d-\frac{e^2}{f}+2m'i\sqrt{f} \\
& p^2=\left(c-\frac{m'e}{c\sqrt{f}}\right)^2\frac{1}{a^2} \\
& p^2\,\frac{1}{4}\left(b-a^2-m'^2\right)^2,
\end{aligned}
\right\}\quad\ldots(40)
$$

und hieraus zur Bestimmung von m' folgendes Paar von Gleichungen:

$$
\left.
\begin{aligned}
& am'^2+\frac{2e}{i\sqrt{f}}m'+(ab-a^2-c)=0 \\
& \frac{e^2}{f}m'^2+2\left(ai\sqrt{f}+\frac{ce}{\sqrt{f}}\right)m'+\left(da^2-\frac{de^2}{f}-c^2\right)=0.
\end{aligned}
\right\}\quad\ldots(41)
$$

Der Fall $q=0$ kann nur durch solche Gleichungscoëfficienten hervorgebracht werden, welche es möglich machen, dass durch einen Werth $m'=[m']$ die Gleichungen (41) gleichzeitig erfüllt werden. Ist dies der Fall, so suche man zu dem Werthe $m'=[m']$ nach (40) die Werthe von p', q' und p, und substituire die so erhaltenen Werthe in (35), um sofort zwei bestimmte cubische Gleichungen zu erhalten, aus welchen die erhaltenen sechs Wurzelwerthe derjenigen Gleichung des 6. Grades angehören, welche mit ihren Coëfficienten den Werth $[m']$ als gemeinschaftliche Wurzel der Gleichungen (41) veranlasst.

Ist

$$\psi(a,\, b,\, c,\, d,\, e,\, f)=\psi=0 \quad\ldots(42)$$

die Elliminationsgleichung aus (41), so gehört zur Bedingung $q=0$ die in obiger Weise auflösbare specielle Gleichungsform

(III) $$x^6+2ax^5+bx^4+2cx^3+dx^2+2ex+f+\lambda\psi=0, \quad\ldots(43)$$

in welcher λ als eine willkürliche Grösse gedacht wird, welche aus der Gleichung bei Erfüllung der Coëfficientenrelation $\psi=0$ wegbleibt.

4. Im Falle $p'=0$ haben wir

$$
\left.
\begin{aligned}
& p=\frac{e}{q}\,, \quad q'=q^2-f\,, \quad m'=\frac{\dfrac{e^2}{q^2}+2aq-d}{2\sqrt{q^2-f}} \\
& p=\frac{c-q}{a}\,, \quad m'^2=a^2-b+\frac{2e}{q}.
\end{aligned}
\right\}\quad\ldots(44)
$$

Hieraus

$$p=\frac{e}{q}=\frac{c-q}{a}\,, \quad m'^2=a^2-q+\frac{2e}{q}=\frac{\left[\dfrac{e^2}{q^2}+2aq-d\right]}{4(q^2-f)}\,,$$

und zur Bestimmung von q folgendes Gleichungspaar:

$$
\left.
\begin{aligned}
& q^2-cq+ae=0 \\
& 4(q^2-f)\left(a^2-b+\frac{2e}{q}\right)-\left[\frac{e^2}{q^2}+2aq-d\right]^2=0.
\end{aligned}
\right\}\quad\ldots(45)
$$

Ist

$$\chi(a,\, b,\, c,\, d,\, e,\, f)=\chi=0$$

die aus (45) gewonnene Eliminationsgleichung, so wird die für willkürliche λ bestehende Gleichungsform

$$\text{(IV)} \qquad x^6+2a^5x+bx^4+2cx^3+dx^2+2cx+f+\lambda\chi=0 \qquad \ldots(46)$$

eine gemeinschaftliche Wurzel $[q]$ in (45) herbeiführen, und wie üblich, mit Hilfe (45) aus den cubischen Gleichungen in (35) ihre Wurzeln beziehen.

5. Im Falle $q'=0$ hat man

$$q^2=f,\ \ p=\frac{e}{\sqrt{f}},\ \ m'^2=a^2+\frac{2e}{\sqrt{f}}-b$$

$$p'^2=\frac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}-d,\ \ m'=\left[\sqrt{f}+\frac{ae}{\sqrt{f}}-c\right]:\sqrt{\frac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}-d}, \qquad \ldots(47)$$

daher

$$m'^2=a^2+\frac{2e}{\sqrt{f}}-b=\frac{\left[\sqrt{f}+\frac{ae}{\sqrt{f}}-c\right]^2}{\frac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}-d},$$

woraus $\ldots(48)$

$$b=a^2+\frac{2e}{\sqrt{f}}-\frac{\left[\sqrt{f}+\frac{ae}{\sqrt{f}}-c\right]^2}{\frac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}-d}=[b].$$

Wir erhalten somit die specielle Gleichungsform

$$\text{(V)} \qquad x^6+2ax^5+[b]x^4+2cx^3+dx^2+2ex+f=0, \qquad \ldots(49)$$

welche bei der Deutung von $[b]$ nach (48), aus (47) die Werthe von p, q, m', p' entnehmend für $q'=0$ in zwei bestimmte cubische Partialgleichungen (35) zerfällt, und aus denselben ihre sechs Wurzeln bezieht.

Die aus den Elementen p, q, m', p', q' gebildeten

zehn Zweiungen: $pq,\ pm',\ pp',\ pq',\ qm',\ qp',\ qq'\ m'p',\ m'q',\ p'q'$;

" Dreiungen: $\begin{cases} pqm',\ pqp',\ pqq',\ pm'p',\ pm'q',\ pp'q' \\ qm'p',\ qm'q',\ qp'q',\ m'p'q'; \end{cases}$

fünf Vierungen: $pqm'p',\ pqm'q',\ pqp'q',\ qm'p'q'$

bieten eben so viele specielle Fälle, zu welchen man die entsprechenden, nach (35) auflösbaren Gleichungsformen zu suchen hätte. Jede der so gefundenen speciellen Gleichungsformen hätte dann die Obliegenheit, mit ihren Coëfficienten in den Relationen (31) das gleichzeitige Verschwinden jener Elemente zu veranlassen, welche in der ihr entsprechenden, in (50) angeführten Gruppe enthalten sind. Im Folgenden wollen wir blos die zehn Zweiungen dazu benützen, um die entsprechenden zehn speciellen Gleichungsformen aufzustellen.

6. Für $p=q=0$
$$\begin{cases} m'^2=b,\ \ p'=\dfrac{-c}{\sqrt{a^2-b}},\ \ q'=\dfrac{e\sqrt{a^2-b}}{e}=i\sqrt{f}, \\ p'^2=-d-2i\sqrt{f(a^2-b)},\ \ \text{und hieraus} \\ c=-ei\sqrt{\dfrac{a^2-b}{f}},\ \ d=\dfrac{e^2}{f}-2i\sqrt{f(a^2-b)} \end{cases}$$

und schliesslich die entsprechende Gleichungsform:

$$\text{(VI)} \qquad x^6+2ax^5+bx^4-2ei\sqrt{\frac{a^2-b}{f}}\,x^3+\left(\frac{e^2}{f}-2i\sqrt{f(a^2-b)}\right)x^2-2ex+f=0. \qquad \ldots(52)$$

7. **Für** $p = m = 0$

$$\left\{\begin{array}{l} b = a^2, \quad q = c, \quad p'^2 = 2ac - d, \quad q'^2 = c^2 - f \\ p' = \dfrac{-e}{\sqrt{c^2 - f}}, \quad \text{und hieraus} \\ c = a^2, \quad f = c^2 - \dfrac{e^2}{(2ac-d)^2} \end{array}\right. \qquad \ldots(53)$$

und schliesslich die entsprechende Gleichungsform:

(VII) $$x^6 + 2ax^5 + a^2x^4 + 2cx^3 + dx^2 + 2ex + \left[c^2 - \frac{e^2}{(2ac-d)^2}\right] = 0.$$

8. $p = p' = 0$

$$\left\{\begin{array}{l} e = 0, \quad q = c, \quad q'^2 = c^2 - f \\ m'^2 = a^2 - b, \quad q' = [2ac - d] : 2\sqrt{a^2 - b}, \quad \text{daher} \\ f = c^2 - \dfrac{(2ac-d)^2}{4(a^2-b)}, \end{array}\right. \qquad \ldots(54)$$

und die entsprechende Gleichungsform:

(VIII) $$x^6 + 2ax^5 + bx^4 + 2cx^3 + dx\left[c^2 - \frac{(2ac-d)^2}{4(a^2-b)}\right] = 0.$$

9. $p = q' = 0$

$$\left\{\begin{array}{l} m'^2 = a^2 - b, \quad q^2 = f, \quad e = 0 \\ c = \sqrt{f} - p'\sqrt{a^2 - b}, \quad d = 2a\sqrt{f} - p'^2, \quad \text{daher} \\ h^2 = 2a\sqrt{f} - d = (\sqrt{f} - c)^2 : a^2 - b), \quad \text{hiemit} \\ e = 0, \quad d = 2a\sqrt{f} + \dfrac{(\sqrt{f} - c)^2}{a^2 - b}, \end{array}\right. \qquad \ldots(55)$$

und schliesslich die Gleichungsform:

(IX) $$x^6 + 2ax^5 + bx^4 + 2cx^3 + \left[2a\sqrt{f} - \frac{(\sqrt{f} - c)^2}{a^2 - b}\right]x^2 + f = 0.$$

10. $q = m' = 0$

$$\left\{\begin{array}{l} p = \dfrac{b - a^2}{2} = \dfrac{c}{a}, \quad p'^2 = \dfrac{(b - a^2)^2}{4} - d, \quad q'^2 = -f \\ p' = \dfrac{-e}{i\sqrt{f}} = \dfrac{ie}{\sqrt{f}}, \quad \text{daher} \\ c = \dfrac{ab - a^3}{2}, \quad d = \dfrac{(b - a^2)^2}{4} + \dfrac{e^2}{f}, \end{array}\right. \qquad \ldots(56)$$

und die zugehörige Gleichungsform:

(X) $$x^6 + 2ax^5 + bx^4 + (ab - a^3)x^3 + \left[\frac{(b - a^2)^2}{4} + \frac{e^2}{f}\right]x^2 + 2ex + f = 0.$$

11. $q = p' = 0$

$$\left\{\begin{array}{l} q'^2 = -f, \quad e = 0, \quad p = \dfrac{c}{a}, \\ m'^2 = a^2 - b + \dfrac{2c}{a}, \\ d = \dfrac{c^2}{a^2} - 2\sqrt{a^2 - b + \dfrac{2c}{a}} \times i\sqrt{f}, \end{array}\right. \qquad \ldots(57)$$

und die Gleichungsform:

(XI) $$x^6 + 2ax^5 + bx^4 + 2cx^3 + \left[\frac{c^2}{a^2} - 2i\sqrt{f\left(a^2 - b + \frac{2c}{a}\right)}\right]x^2 + f = 0.$$

12. $q = q' = 0$ **gibt** $e = f = 0$**, und somit eine Gleichungsform, welche als Gleichung des 4ten Grades behandelt werden kann.** ...(58)

13. $m'=p'=0$

$$\begin{cases} p=\dfrac{b-a^2}{2}, \quad q=\dfrac{2e}{b-a^2}, \quad q'=\sqrt{\dfrac{4e^2}{(b-a^2)^2}-f} \\ c=\dfrac{4e+a(b-a^2)^2}{2(b-a^2)}, \quad d=\dfrac{(b-a^2)^3+16ae}{4(b-a^2)}, \end{cases} \qquad \ldots(59)$$

und die Gleichungsform:

(XII) $$x^6+2ax^5+bx^4+\left[\frac{4e+a(b-a^2)^2}{b-a^2}\right]x^3+\left[\frac{(b-a^2)^3+16ae}{4(b-a^2)}\right]x^2+2ex+f=0.$$

14. $m'=q'=0$

$$\begin{cases} p=\dfrac{b-a^2}{2}, \quad q=\sqrt{f}, \\ p'^2=\dfrac{(b-a^2)^2}{4}+2\sqrt{f}-d, \\ c=\sqrt{f}+\dfrac{ab-a^3}{2}; \quad e=\dfrac{b-a^2}{2}\sqrt{f}, \end{cases} \qquad \ldots(60)$$

und die Gleichungsform:

(XIII) $$x^6+2ax^5+bx^4+(2\sqrt{f}+ab-a^3)x^3+dx^2+(b-a^2)\sqrt{f}\,x+f=0.$$

Endlich

15. $p'=q'=0$

$$\begin{cases} q=\sqrt{f}, \quad p=\dfrac{e}{\sqrt{f}}, \quad m'^2=a^2-b+\dfrac{2e}{\sqrt{f}}, \\ d=\dfrac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}, \quad c=\sqrt{f}+\dfrac{ae}{\sqrt{f}} \end{cases} \qquad \ldots(61)$$

und die Gleichungsform:

(XIV) $$x^6+2ax^5+bx^4+2\left(\sqrt{f}+\frac{ae}{\sqrt{f}}\right)x^3+\left(\frac{e^2}{f}+2a\sqrt{f}\right)x^2+2ex+f=0.$$

Um einen von den Fällen der Dreiungen hier noch anzuführen, sei etwa

$$p=q=m=0,$$

dann ist

$$c=0, \; b=a^2, \; f=\frac{e^2}{d}, \; p'=i\sqrt{d}, \; q'=\frac{ie}{\sqrt{d}} \qquad \ldots(62)$$

und die Gleichungsform:

(XV) $$x^6+2ax^5+a^2x^4+dx^2+2ex+\frac{e^2}{d}=0.$$

Die übrigen noch ausstehenden 14 Fälle, sowie auch diejenigen, welche die zur Gleichung (29) gehörige Reciproke bieten dürfte, übergehen wir ihrer einfachen Behandlung wegen, und begnügen uns, im Vorhergehenden den Weg gewiesen zu haben, wie man solche bei Gelegenheit von praktischen Anforderungen aufzusuchen und zur Auflösung zu bringen hat.

In Bezug auf Gleichungen vom achten Grade

$$f(x)=x^8+2ax^7+bx^6+2cx^5+dx^4+2ex^3+fx^2+2gx+h=0 \qquad \ldots(63)$$

haben wir

$$n=4, \; s_8=\binom{2n-1}{n-1}=\binom{7}{3}=35,$$

$$f(x)=[x^4+ax^3+px^2+qx+k]^2-[a'x^3+p'x^2+q'x+k']^2=0. \qquad \ldots(64)$$

Aus der Vergleichung der zu gleichnamigen Potenzen von x gehörigen Coëfficienten erhalten wir:

$$\begin{aligned} b&=2p+a'-a'^2, & f&=2pk+q^2-2p'k'-q'^2,\\ c&=q+ap-a'p', & g&=qk-q'k',\\ d&=2k+2aq+p^2-2a'q'-p'^2, & h&=k^2-k'^2,\\ e&=ak+pq-a'k'-p'q', \end{aligned} \qquad \text{...(65)}$$

nebst den zur Aufsuchung der Wurzeln dienenden Gleichungen des vierten Grades:

$$\begin{aligned} &x^4+(a+a')x^3+(p+p')x^2+(q+q')x+(k+k')=0,\\ &x^4+(a-a')x^3+(p-p')x^2+(q-q')x+(k-k')=0. \end{aligned} \qquad \text{...(66)}$$

Bei der Annahme des Verschwindens eines einzigen von den Elementen p, q, k, a', p', q', k' gestatten die Bedingungen (65) keine so leichte und unmittelbare Auflösung; wir werden daher hier blos einige auf das Verschwinden von zwei oder drei der erwähnten Elemente sich gründende Gleichungsformen vorführen.

Bei der Annahme $p=q=0$ erhalten wir:

$$\begin{aligned} &a'^2=a^2-b,\; p'=\frac{-c}{\sqrt{a^2-b}},\; q'k'=-g,\\ &ak-\sqrt{a^2-b}\,k'+\frac{cq'}{\sqrt{a^2-b}}=e,\\ &2k-2q'\sqrt{a^2-b}-\frac{c^2}{a^2-b}=d. \end{aligned} \qquad \text{...(67)}$$

Aus den zwei letzten Gleichungen k eliminirend erhalten wir:

$$q'\left[\frac{2c}{\sqrt{a^2-b}}+2a\sqrt{a^2-b}\right]-2k'\sqrt{a^2-b}=2e-a\left(d+\frac{c^2}{a^2-b}\right)=0. \qquad \text{...(68)}$$

Multiplicirt man diese Gleichung mit k' und setzt dann an die Stelle des Productes $q'k'$ seinen Werth $-g$, so gelangt man zur folgenden Gleichung:

$$2\sqrt{a^2-b}\,k'^2+\left[2e-a\left(d+\frac{c^2}{a^2-b}\right)\right]k'+2g\left(\frac{c}{\sqrt{a^2-b}}+a\sqrt{a^2-b}\right)=0. \qquad \text{...(69)}$$

Auf Grund eines aus dieser Gleichung (69) gewonnenen Werthes von k' erhält man aus der ersten Zeile in (67) unmittelbar die Werthe von q', p', a' und dann aus einer der folgenden Relationen in (67) den Werth von k. Werden nun durch das gewonnene Werthsystem die sämmtlichen Relationen in (67) und (68) erfüllt, so wird eine solche Coëfficienten besitzende Gleichung eine speciell allgemein auflösbare Gleichungsform sein, welche ihre acht Wurzeln aus den Gleichungen (66) bezieht, sobald man in derselben an die Stelle von p, q, k, a', p', q', k' die aus den Relationen in (67) und (68) eruirten Werthe hineinsetzt.

Drückt man mittelst der Gleichungen (69), (68) und der letzten in (67) die Grössen k', q', k durch die Coëfficienten a, b, c, d, e, g aus, so lassen sich schliesslich auch die Coëfficienten f und h durch a, b, c, d, e, g ausdrücken, und etwa in folgender Weise bestimmen:

$$\begin{aligned} f&=\varphi(a,b,c,d,e,g)=\varphi,\\ h&=\psi(a,b,c,d,e,g)=\psi, \end{aligned} \qquad \text{...(70)}$$

und die Gleichung

(I) $$x^8+2ax^7+bx^6+2cx^5+dx^4+2ex^3+\varphi x^2+2gx+\psi=0, \qquad \text{...(71)}$$

ist eben die verlangte specielle allgemein auflösbare Gleichungsform.

Bei der Annahme

$$p=k=q'=0$$

hat man nach (65)

$$\begin{aligned} a'^2&=a^2-b,\ g=0,\\ k'^2&=-h,\ e=\sqrt{h(b-a^2)},\\ c&=q-p\sqrt{a^2-b},\ d=2ag-p'^2,\\ f&=q^2-2i\sqrt{h}.p', \end{aligned} \qquad \text{...(72)}$$

hieraus zur Bestimmung von p' und q folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} p'^2-2ap'\sqrt{a^2-b}+(d^2-2ac)&=0,\\ q&=c+p'\sqrt{a^2-b}. \end{aligned} \qquad \text{...(73)}$$

Auf Grund der hier erhaltenen Werthe von p' und p erhält man aus der letzten Gleichung in (72) den Werth von f etwa in folgender Form:

$$f=\varphi(a,b,c,d)=\varphi, \qquad \text{...(74)}$$

und in Folge dessen die zugehörige allgemein auflösbare Gleichungsform

(II) $$x^8+2ax^7+bx^6+2cx^5+dx^4+2\sqrt{h(b-a^2)}x^3+\varphi x^2+h=0. \qquad \text{...(75)}$$

Die Durchführung der übrigen Combinationen der gleich Null zu setzenden Elemente dem Leser überlassend, wollen wir in Kürze eine ähnliche Discussion der Gleichung des zehnten Grades vorbereiten.

$$f(x)=x^{10}+2ax^9+bx^8+2cx^7+dx^6+2ex^5+fx^4+2gx^3+hx^2+2kx+l=0. \qquad \text{...(76)}$$

Hier haben wir zu setzen

$$f(x)=[x^5+ax^4+px^3+qx^2+rx+t]^2-[a'x^4+p'x^3+q'x^2+r'x+t']^2=0, \qquad \text{...(77)}$$

und erhalten aus der Vergleichung der zu gleichen Potenzen von x gehörigen Coëfficienten folgende Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} b&=2p+a^2-a'^2, & f&=2at+2pr+q^2-2a't'-2p'r'-q'^2,\\ c&=q+ap-a'p', & g&=tp+qr-t'p'-q'r',\\ d&=2r+2aq+p^2-p'^2-2a'q', & h&=2tq+r^2-2t'q'-r'^2,\\ e&=t+ar+pq-a'r'-p'q', & k&=tr-t'r',\ t=t^2-t'^2, \end{aligned} \qquad \text{...(78)}$$

und aus (77) die zur Bestimmung der Wurzeln von (76) dienenden Partialgleichungen im Folgenden:

$$\begin{aligned} P&=x^5+(a+a')x^4+(p+p')x^3+(q+q')x^2+(r+r')x+(t+t')=0,\\ P'&=x^5+(a-a')x^4+(p-p')x^3+(q-q')x^2+(r-r')x+(t-t')=0. \end{aligned} \qquad \text{...(79)}$$

Der Annahme

$$p=q=r=0 \qquad \text{...(80)}$$

entsprechen folgende Bestimmungen:

$$a'^2=a^2-b,\ p'=-c:\sqrt{a^2-b},\ q'=-[d(a^2-b)+c^2]:2(a^2-b)^{\frac{3}{2}},$$

$$\left\{\begin{aligned} e&=t-r\sqrt{a^2-b}-\frac{2[d(a^2-b)+c^2]}{2(a^2-b)^2},\\ f&=2at-2t'\sqrt{a^2-b}+\frac{2c}{\sqrt{a^2-b}}-\frac{[d(a^2-b)+c^2]^2}{4(a^2-b)^3},\\ g&=\frac{et'}{\sqrt{a^2-b}}+\frac{[d(a^2-b)+c^2]}{2(a^2-b)^{\frac{3}{2}}}, \end{aligned}\right. \qquad \text{...(81)}$$

$$\begin{cases} h=\dfrac{[d(a^2-b)+c^2]}{(a^2-b)^{\frac{3}{2}}}-r'^2,\ k=-r't', \\ l=t^2-t'^2, \end{cases} \qquad ...(82)$$

Der Bedingung (80) gemäss sind die Grössen a', p', q' bereits in der ersten Zeile in (81) bestimmt, die noch übrigen drei Grössen t, t', r' erhält man sehr leicht aus den weiteren drei linearen Gleichungen (81).

Setzt man die so erhaltenen Werthe von t, t', r' in die drei letzten Gleichungen in (82) ein, so erhält man etwa:

$$\begin{aligned} h&=\varphi_1(a, b, c, d, e, f, g)=[h], \\ k&=\varphi_2(a, b, c, d, e, f, g)=[k], \\ l&=\varphi_3(a, b, c, d, e, f, g)=[l], \end{aligned} \qquad ...(83)$$

und schliesslich die der Annahme (80) entsprechende Gleichungsform

$$\text{(I)} \qquad x^{10}+2ax^9+bx^8+2cx^7+dx^6+2ex^5+fx^4+2gx^3+[h]x^2+2[k]x+[l]=0, \qquad ...(84)$$

deren Wurzeln aus den Gleichungen des fünften Grades in (79) gezogen werden.

Der Annahme

$$t'=r'=0 \qquad ...(85)$$

entsprechen folgende Bestimmungen

$$t=\sqrt{l},\ r=k:\sqrt{l},\ q=(hl-k^2):2l^{\frac{3}{2}},$$

$$p=(2l^2g-khl+k^3):2l^{\frac{5}{2}},\ a'^2=[2gl^2+k^3-khl)l^{-\frac{3}{2}}+a^2-b,$$

$$p'=\frac{\dfrac{1}{\sqrt{l}}\left(\dfrac{h}{2}-\dfrac{k^2}{2l}\right)+\dfrac{a}{\sqrt{l}}\left(g-\dfrac{kh}{2l}+\dfrac{k^3}{2l^2}\right)-c}{2\sqrt{a^2-b+\left(2g+\dfrac{k^3}{l^2}-\dfrac{hk}{l}\right)l^{-\frac{1}{2}}}},\ q'=\frac{\dfrac{2k}{\sqrt{l}}+\dfrac{a}{\sqrt{l}}\left(h-\dfrac{k^2}{l}\right)+\dfrac{1}{l}\left(g-\dfrac{kh}{2l}+\dfrac{k^3}{2l^2}\right)^2-p'^2-d}{2\sqrt{a^2-b+l^{-\frac{1}{2}}\left(2g+\dfrac{k^3}{l^2}-\dfrac{kh}{l}\right)}}, \qquad ...(86)$$

und auf Grundlage dieser Werthe erhält man aus der vierten und fünften in (78)

$$\begin{aligned} e&=\varphi_1(a, b, c, d, g, h, k, l)=[e], \\ f&=\varphi_2(a, b, c, d, g, h, k, l)=[f], \end{aligned} \qquad ...(87)$$

und schliesslich die der Annahme (85) entsprechende Gleichungsform:

$$\text{(II)} \qquad x^{10}+2ax^9+bx^8+2cx^7+dx^6+2[e]x^5+[f]x^4+2gx^3+hx^2+2kx+l=0, \qquad ...(88)$$

welche auch durch Gleichungen fünften Grades aufgelöst wird.

Schon die Gleichung des zehnten Grades, wenn selbe wirklieh als irgend eine specielle Gleichungsform erkannt, mit ihren Coëfficienten die Auffindung wenigstens eines Systemes von Werthen der Elemente p, q, r, t, $a'p'$, $q'r't'$ begünstigt, erscheint in Bezug auf ihre Auflösung abhängig von der Auflösung zweier Partialgleichungen, deren jede dem fünften Grade angehört.

Diese Partialgleichungen müssten nun wieder als gewisse specielle Gleichungsformen sich stellen, wenn überhaupt von einer allgemeinen Auflösung derselben die Rede sein soll.

Es kann aber auch der Fall eintreten, wo die vorgelegte Gleichung, etwa des zehnten Grades, in zweierlei Rücksicht als eine specielle Gleichungsform auftritt — vermöge welcher Eigenschaft das Gleichungspolynom sich einmal als ein Product von P und P', ein anderes Mal hingegen als ein Product von P_1 und P'_1 hinstellt — dann wird eine solche Gleichung ihre Wurzel beziehen können aus den Partialgleichungen

$$P=P_1=P'=P'_1=0 \quad \text{wo} \quad P_1P'_1=P.P'=f(x), \qquad ...(89)$$

von welchen eine jede ein System von fünf Wurzeln zu bieten vermag.

Schon aus dem Begriffe der Partialproducte schliesst man, dass etwa P und P_1 mit der Nulle verglichen, wenigstens eine gemeinschaftliche Wurzel besitzen müssen, welche ganz gewiss auch der Gleichung

$$P-P_1=0 \qquad ...(90)$$

angehören muss; dass auf gleiche Weise die Gleichungen wenigstens

$$P'=0,\ P'_1=0,\ P'-P'_1=0, \qquad ...(91)$$

eine gemeinschaftliche Wurzel besitzen müssen, welche sich sowohl in (90), als auch in (91) je aus einer Gleichung des vierten Grades bestimmen lässt. Nach Ausscheidung der nun gefundenen gemeinschaftlichen Wurzeln aus den Gleichungen

$$P=0 \quad P'=0, \qquad ...(92)$$

verbleiben noch zwei Gleichungen vom vierten Grade, deren nun mögliche Auflösung die übrigen acht Wurzeln ergibt.

Würde man zwischen zwei Sorten von Partialgleichungspaaren noch die am Eingange dieses Paragraphes erwähnte Bestimmung des grössten gemeinschaftlichen Masses in Verwendung nehmen, so könnte man die allgemeine Auflösung der vorgelegten Gleichung abhängig machen von der Auflösung der Partialgleichungen noch tieferer Grade als der vierte.

Sollen Gleichungen von noch höherem Grade auf Grund der speciellen Eigenschaft ihrer Coëfficienten eine allgemeine Auflösung zulassen, so müssten solche Gleichungen nach Bedarf in mehrfacher Rücksicht als eine specielle Gleichungsform sich stellen und in nöthiger Anzahl je in zwei Partialgleichungen sich zerlegen lassen.

Bei Untersuchungen von Naturgesetzten können häufig Gleichungen höheren Grades zum Vorschein kommen, deren Coëfficienten aus weniger Parametern gebaut erscheinen, als der Grad der Gleichung hinweist.

In solchen Fällen müssen diese Coëfficienten gewisse Bedingungen erfüllen, und gelegentlich auch solche, vermöge deren die Gleichungen selbst eine allgemeine Auflösung zulassen. Eben in dieser Abhandlung findet man genügende Anhaltspunkte, um in solchen speciell günstigen Fällen die mögliche allgemeine Auflösung der Gleichung wirklich zu Stande zu bringen.

§. 4.

Auflösung numerischer Gleichungen.

Zum Zwecke der Auflösung numerischer Gleichungen, gleichviel, ob mit lauter reellen oder auch complexen Coëfficienten, können wir von dieser hier vorgetragenen Methode mit grossem Vortheil Gebrauch machen.

Wie wir schon im Verlaufe dieses Capitels uns genügend überzeugt haben, sind die Bedingungsgleichungen, welche bei Gelegenheit der Umgestaltung des Gleichungspolynoms in eine Differenz zweier Quadrate zur Bestimmung der hiezu nothwendigen Coëfficienten $p, q, h, k, \ldots a', p', h', k', \ldots$ aufgestellt werden, von sehr einfacher Gestalt, sie sind nämlich durchgehends unvollständige Gleichungen des zweiten Grades.

Zur Auflösung eines solchen Gleichungssystems schreite man nach Anweisung des §. 5 meiner Abhandlung: „Studien im Gebiete numerischer Gleichungen, XXX. Band" in der Weise ein, dass man nach vorläufiger Weglassung einer Anzahl dieser Bedingungsgleichungen, an ihre Stelle ebenso viele Unbekannte gleich Null setzt, und die übrigen Unbekannten aus den beibehaltenen Gleichungen berechnet. Dieses offenbar unrichtige Werthsystem wird man dahin verbessern, dass man Eine von den ausser Acht gelassenen Gleichungen und auch eines von gleich Null gesetzten Elementen in die hiezu nöthige Rechnung einbezieht. Setzt man diese Correction stufenweise fort bis man bereits die letzte, ausser Acht gelassene Relation und auch das letzte unberücksichtigte Element in gehörige Rechnung gezogen hat, so wird das so erhaltene Werthsystem gerade dasjenige sein, welches den aufgestellten Bedingungen entspricht, und die erwünschte Aufstellung der zur Bestimmung der verlangten Wurzeln dienenden Gleichungspolynome bewirkt.

Wären die Gleichungen des vorgelegten Gleichungssystems von höherem Grade, so müsste man der so beschriebenen Correctionsstufen so viele durchmachen, als die um eine Einheit verminderte Anzahl der Unbekannten beträgt. In dem Masse würden aber auch die Correctionsrechnungen selbst zu grösseren Dimensionen anwachsen.

Glücklicherweise wissen wir aus Erfahrung, dass sogar bei Gleichungen des zehnten Grades das benöthigte System von neun Umstaltungsbedingungen es erlaubt, gleich mit sieben dieser Bedingungen den Rechnungsanfang zu machen, um schon nach zweistufiger Correctionsrechnung eines und nach Bedarf zweier Werthsysteme für die Unbekannten habhaft zu werden, welche die erwünschte Umstaltung bewirken. Bei Gleichungen des sechsten Grades lässt sich der erwünschte Zweck sogar mittelst einer einstufigen Correction erreichen.

Ist einmal die Umstaltung des Gleichungspolynoms in der nöthigen Anzahl erreicht, so gelangt man schliesslich zu Partialgleichungen, deren Auflösung man nach bekannten Gesetzen bewirken kann, unbekümmert, ob die hervorgehenden Wurzeln reell oder auch complex sich gestalten.

Bei einer Gleichung höheren Grades, welche mehr als vier complexe Wurzeln besitzt, können wir nach Ausscheidung der reellen Wurzelfactoren auf eine Gleichung mit lauter imaginären Wurzeln kommen, deren Grad der Annahme gemäss die Zahl 4 übersteigt.

In solchen Fällen sind die bisherigen Trennungsmittel von complexen Wurzeln bekanntermassen so complicirt und weitläufig, dass der Wunsch, nach weiteren neuen Erleichterungsmitteln sich umzusehen, nur allzu gerechtfertigt erscheint.

Mit der hier besprochenen Methode glaube ich zur Behebung dieser Art Unzukömmlichkeiten Einiges, wissenschaftliche Beachtung verdienendes, beigetragen zu haben.

II. Capitel.

Über die graphische Bestimmung von reellen Wurzeln der Gleichungen.

In der Abhandlung: „Studien im Gebiete numerischer Gleichungen, Denkschriften XXX. Band" habe ich auf die Construction der sogenannten Integralcurve gewiesen, welche bei Ermittlung von reellen Wurzeln von algebraischen Gleichungen wesentliche Dienste leistet. Ihre Darstellung und Verwendung hat in letzterer Zeit einen wesentlichen Fortschritt aufzuweisen durch den von mir erfundenen Mechanismus, welcher bestimmt ist, von dem Curvenpaar: Integral- und Differentialcurve eine durch einen continuirlichen Zug darzustellen, sobald die andere bereits als ein continuirlicher Zug auf der Zeichenfläche vorliegt. Ausser dieser Vorrichtung leistet bei der Vornahme der Trennung von reellen Wurzeln auch mein Conograph und Cycloïdograph wichtige Dienste, welche bestimmt sind, bei beliebigen Parameterverhältnissen die Ellipse, Parabel, Hyperbel und Cyctoide auf der Zeichenfläche zur Anschauung zu bringen. Indem ich noch auf eine reichhaltige Quelle von praktischen Constructionsmitteln hinweise, welche uns die sogenannte descriptive Geometrie bei solchen Vorgängen an die Hand bietet, will ich im Verlaufe dieser Abhandlung die mathematischen Grundlagen entwickeln, welche uns in Stand setzen, von den erwähnten Hilfsmitteln einen geregelten, möglichst vortheilhaften Gebrauch zu machen, um mittelst Zeichnung die Trennung der reellen Wurzeln bei algebraischen, wie auch bei einer gewissen Classe von transcendenten Gleichungen zu bewirken.

§. 1.

Bestimmung der reellen Wurzeln algebraischer Gleichungen.

Setzt man in den Gleichungen

$$\overset{2n+1}{\underset{0}{S_\sigma}}[A_\sigma x^{2n+1-\sigma}]=0,\ \overset{2n}{\underset{0}{S_\sigma}}[A_\sigma x^{2n-\sigma}]=0, \qquad \ldots(1)$$

$$x^2=y, \qquad \ldots(2)$$

so erhält man diese Gleichungspolynome in folgender Form:

$$x[b_0y^n+b_1y^{n-1}+\ldots+b_n]-[c_0y^n+c_1y^{n-1}+\ldots+c_n]=0, \qquad \ldots(3)$$
$$x[b_0'y^{n-1}+b_1'y^{n-2}+\ldots+b_{n-1}']-[c_0'y^n+c_1'y^{n-1}+\ldots+c_n']=0,$$

mit den Bestimmungen

$$c_0=-A_1 \quad c_0'=-A_0, \qquad \ldots(4)$$
$$b_0=\ A_0 \quad b_0'=\ A_1,$$

und schliesslich aus (3) und (2)

$$\begin{cases} x=\dfrac{c_0y^n+c_1y^{n-1}+\ldots+c_n}{b_0y^n+b_1y^{n-1}+\ldots+b_n} \\ x^2=y \end{cases};\quad \begin{cases} x=\dfrac{c_0'y^n+c_1'y^{n-2}+\ldots+c_n'}{b_0'y^{n-1}+b_1'y^{n-1}+\ldots+b_{n-1}'} \\ x^2=y \end{cases} \qquad \ldots(5)$$

zwei Gleichungspaare mit den Unbekannten x und y, welche den in (1) vorgelegten Gleichungen entsprechend äquivalent sind, in Bezug auf die zu bestimmenden Werthe von x.

In Bezug auf ein orthogonales Axensystem xoy drückt jedes der Gleichungspaare in (5) ein Hilfscurvenpaar aus, welches durch seine Durchschnittspunkte zu solchen x-Werthen führt, welche der entsprechenden Gleichung in (1) als Wurzel angehören.

Die Parabel ($x^2=y$) nennen wir die erste Hilfscurve, dagegen die zweite in Form einer aus y gebauten Bruchfunction dargestellte Linie die zweite Hilfscurve.

Die erste Hilfscurve lässt sich sehr leicht auf der Zeichenfläche darstellen. Es handelt sich nun darum die Darstellung der zweiten Hilfscurve nach Möglichkeit zu erleichtern, um eben hiedurch in Stand gesetzt zu werden, die reellen Wurzeln der Gleichungen in (1) schnell und einfach zu bestimmen.

Man kann es immer so einrichten, dass in der gegebenen Gleichung $A_1=0$ sich ergibt; dann in (5) bei ungeradgradigen Gleichungen der Zähler der Bruchfunction wenigstens nur eine Einheit sich tiefer stellen als der Nenner; dagegen bei geradgradigen Gleichungen wird der Nenner der Bruchfunction sich wenigstens um zwei Einheiten tiefer stellen, als der Zähler.

Wenn man ein algebraisches Polynom vom $m$ten Grade durch ein Polynom vom $(m-s)$ten Grade dividirt, und den hiebei sich ergebenden Quotus mit der nullten Potenz von y abschliesst, so erhält man einen Rest, welcher höchstens dem $(m-s-1)$ten Grade angehört. Bezeichnet man diesfällig den Zähler mit $f_m(y)$, den Nenner mit $f_{m-s}(y)$, den Quotus mit $\varphi_s(y)$, und den Rest mit $\psi_{m-s-1}(y)$, wo die angefügten Zeiger auf den jeweiligen Grad des Functionspolynoms hindeuten, so erhält man:

$$\frac{f_m(y)}{f_{m-s}(y)}=\varphi_s(y)+\frac{\psi_{m-s-1}(y)}{f_{m-s}(y)} \qquad \ldots(6)$$

oder auch

$$\frac{f_{m-s}(y)}{f_m(y)}=\frac{1}{\varphi_s(y)+\dfrac{\psi_{m-s-1}(y)}{f_{m-s}(y)}}; \qquad \ldots(7)$$

wobei die neuerdings sich ergebende Bruchfunction $\frac{\psi_{m-s-1}(y)}{f_{m-s}(y)}$ in der Regel nur eine einzige Einheit als Graddifferenz aufweist.

Mit Hilfe der in (6) und (7) angedeuteten Operation erhält man nun die Gleichung der zweiten Hilfscurve in den Gestalten:

$$x=\cfrac{1}{x_1+\cfrac{1}{x_2+\cfrac{1}{x_3+\ldots+\cfrac{1}{x_s}}}} \quad \text{oder} \quad x=x_0+\cfrac{1}{x_1+\cfrac{1}{x_2+\cfrac{1}{x_3+\ldots+\cfrac{1}{x_\sigma}}}} \qquad \ldots(8)$$

je nachdem für $A_1=0$ die Gleichung aus (1) ungeradgradig oder geradgradig sich erweist.

Hiebei sind die mit x_ν bezeichneten Ausdrücke ganze algebraische nach den Potenzen von y geordnete Polynome. Bezeichnet man mit m_μ den Grad von x_μ, so muss im Allgemeinen

$$\text{für ungeradgradige Gleichungen } m_1+m_2+\ldots+m_s=n, \qquad \ldots(9)$$
$$\text{„ geradgradige „ } m_1+m_2+\ldots+m_\sigma=n,$$

sich erweisen.

Hiebei ist $\frac{1}{x_s}$ und respective $\frac{1}{x_\sigma}$ als der letzte Erzeugungsbruch des Kettenbruches anzusehen, dessen Zähler eine von y unabhängige, hiemit eine constante Grösse ist.

In dem Falle jedoch, wo der Zähler des letzten Erzeugungsbruches ein nach y geordnetes Polynom $f_q(y)$ vorstellt, könnte der Abschluss des Kettenbruches nur dann erfolgen, wenn eben die Nennerfunction des letzten Erzeugungsbruches durch das Polynom $f_q(y)$ theilbar ist. In einem solchen Falle ist der Ausdruck $f_q(y)$ ein gemeinschaftliches Mass des Zählers und Nenners des in einen Kettenbruch verwandelten Functionsbruches, bildet einen Divisor des entsprechenden Polynoms in (3), und liefert die Partialgleichung

$$f_q(y)=0, \qquad \ldots(10)$$

deren Wurzeln: $y_1, y_2, y_3, \ldots y_q$, für die vorgelegte Gleichung ein System von $2q$ Wurzeln

$$+\sqrt{y_1}, -\sqrt{y_1}, +\sqrt{y_2}, -\sqrt{y_2}, \ldots, +\sqrt{y_q}, -\sqrt{y_q} \qquad \ldots(11)$$

veranlassen. In einem solchen Falle werden an die Stelle der Relation (10) die Exponentenrelationen

$$m_1+m_2+\ldots+m_\sigma=n-q$$
$$m_0+m_1+m_2+\ldots+m_s=n-q, \qquad \ldots(12)$$

treten.

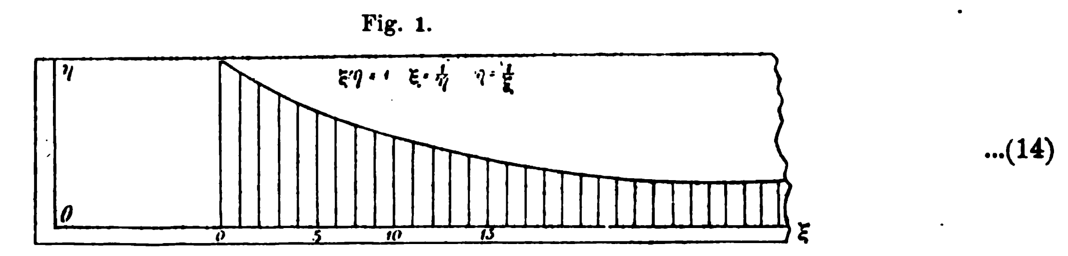
In der Regel stellen sich die Ausdrücke x_ν als dem ersten oder dem zweiten Grade angehörig; aber es sind auch Fälle denkbar, wo solche auch einen höheren Grad erreichen. Immerhin kann man in Bezug auf ein Coordinatensystem oy, ox einen Ausdruck der Form:

$$x_\nu=h_0+h_1y+h_2y^2+\ldots+h_{m_\nu}y^{m_\nu} \qquad \ldots(13)$$

als eine Parabel der $m_\nu$ten Ordnung denken und auf irgend eine Weise durch einen continuirlichen Zug darstellen. Ist dies in Bezug auf ein jedes in (8) ersichtliche x_ν geschehen, so braucht man für irgend einen Werth von y nur die zugehörige, zu ox parallele Gerade zu legen, um sofort die entsprechenden Werthe aller in (8) ersichtlichen x_ν zur Anschauung zu bringen. Der Bequemlichkeit wegen kann man hiezu eine zur Axe ox parallel entsprechend dicht rastrirte Zeichenfläche in Verwendung nehmen.

Um für irgend einen Werth von y den die Ordinate x bildenden Kettenbruch durch eine entsprechende Länge darzustellen, wird man den reciproken Werth von x_s anfügen an den Endpunkt von x_{s-1}; den reciproken Werth des gefundenen Anfügungsbetrages an den Endpunkt von x_{s-2}, und sofort den reciproken Betrag des auf obige Weise veränderten x_1 an den Endpunkt von x_0. Auf diese Weise erhält man zu einem jeden Werth von y die Länge der Kettenbruchordinate x, und hiemit auch die Lage des entsprechenden Punktes (y, x) und gelangt schliesslich zur Darstellung der verlangten, in der Gleichung (8) analytisch bestimmten zweiten Hilfscurve selbst.

Fig. 1.



...(14)

In (14) sehen wir eine Linealvorrichtung, auf welcher ein auf rechtwinklige Assymptoten bezogener, der Gleichung $\xi\eta=1$ entsprechender Hyperbelast eingravirt ist. Hiebei ist das zwischen dem Hyperbelast und

der Axe $o\xi$ eingeschlossene Feld mit zur $o\eta$ parallelen Geraden in lauter schmale Streifchen abgetheilt. Auf einem solchen Lineal ist es sehr leicht zu einer beliebigen in die Zirkelöffnung genommenen Länge, die zugehörige reciproke Länge unmittelbar abzugreifen, um sofort mit der so geänderten Zirkelöffnung die Länge eines in der obigen Operation an die Reihe kommenden x_ν entsprechend zu verändern. Überhaupt leistet ein solches Lineal sehr erspriessliche Dienste bei der angenäherten Darstellung des continuirlirchen Zuges der durch obigen Kettenbruch (8) bestimmten Hilfscurve.

Die erste Hilfscurve ist offenbar eine gewöhnliche Parabel, und lässt sich ebenfalls mit meinem Instrumente (Conograph) sehr leicht durch einen continuirlichen Zug darstellen.

In den Begegnungspunkten der erwähnten Hilfscurvenpaare ergibt sich jedesmal ein Coordinatenpaar (xy), welche die Gleichungen des Hilfscurvenpaares und somit auch die vorgelegte Gleichung selbst erfüllen. Der xWerth eines jeden Begegnungspunktes der Hilfscurven stellt somit eine Wurzel der gegebenen Gleichung vor.

In dem Falle, wo sich aus dem Gleichungspolynom ein Factor $f_q(y)$ wegdividiren lässt, stellt die Gleichung der zweiten Hilfscurve blos dasjenige Gleichungspolynom vor, welches sich als Quotient bei dieser Division ergibt, und zu den in (12) erwähnten Wurzeln blos die noch übrigbleibenden Wurzeln der gegebenen Gleichung zu liefern hat.

Insolange die im Kettenbruch spielenden Functionen x_ν den zweiten Grad nicht überschreiten, können wir das in (13) dargestellte Parabelsystem theils aus Geraden, theils aus gewöhnlichen mit dem Conograph leicht darstellbaren Parabeln zusammensetzen. In den speciellen Fällen, wo sich die x_ν in höherem Grade ergeben, als im zweiten, wird es genügen, das gegebene Gleichungspolynom mit einem neuen Wurzelfactor etwa $(x-1)$ oder $(x-\alpha)$ für ein passendes α zu multipliciren, um hiedurch zu einer Gleichung zu gelangen, welche dann im Kettenbruche die missliebigen höhergradigen x_ν nicht mehr zum Vorschein bringt.

Nach dieser für Gleichungen beliebigen Grades sich gleichbleibenden Methode gelangen wir zur Bestimmung aller reellen positiven und negativen Wurzeln und gelegentlich in den Fällen (12) zu Paaren von einander entgegengesetzten Wurzeln, welche diesfällig auch complex sein dürfen.

In den speciellen Fällen, wo der Grad der vorgelegten Gleichung den sechsten Grad nicht überschreitet, lassen sich einige Vereinfachungen dieser Methode constatiren. Die Gleichungen, mit Einschluss deren des vierten Grades, lassen sich mit Hilfe der Begegnungspunkte von Kreisen und Ellipsen und gelegentlich auch von Geraden ausfindig machen. (Siehe meine Abhandlung: „Studien numerischer Gleichungen" im Anhang, Bd. XXX der Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissenschaften.) Von der Behandlung dieser Gleichungen wollen wir hier absehen und unmittelbar zu Gleichungen des fünften und sechsten Grades schreiten.

Diese Gleichungen können wir immerhin in der gemeinschaftlichen Form

$$x^6+A_2x^4+A_3x^3+A_4x^2+A_5x+A_6=0, \qquad \text{...(15)}$$

voraussetzen, da im Fall $A_6=0$ das gefundene Wurzelsystem dieser Gleichung nach Ausscheidung der Wurzel $x=0$ die vollständige Auflösung der Gleichung

$$x^5+A_2x^3+A_3x^2+A_4x+A_5=0,$$

bildet, und in dem Fall, wo die Gleichung der Bedingung $A_1=0$ nicht entspricht, durch eine höchst einfache Substitution $x=y-\frac{A_1}{6}$ die vorgelegte Gleichung in eine solche Form übergeht, wo, von links nach rechts gehend, das zweite Glied fehlt.

Wichtig ist es noch, dass neben $A_1=0$ der Coëfficient A_3 von Null verschieden sich gestalte. Wenn die zur Auflösung vorgelegte Gleichung in Folge der erwähnten Transformirung neben $A_1=0$ auch noch $A_3=0$ bietet, dann wird hoffentlich die reciproke Gleichung der gegebenen nach erfolgter Transformirung neben $A_1=0$ ein von Null verschiedenes A_3 liefern.

Ist jedoch die gegebene Gleichung auch bei ihrer reciproken Gleichung nicht im Stande bei obiger Transformirung neben $A_1=0$ ein von Null verschiedenes A_3 zu liefern, so wird die mittelst Substitution $x=y+\alpha$

umgestaltete gegebene Gleichung für sehr viele Werthe von α die Fähigkeit erhalten in der Transformirung ihrer reciproken Gleichung neben $A_1=0$ ein von Null verschiedenes A_3 zu gewähren.

Unter der nun gerechtfertigten Voraussetzung $A_3 \lessgtr 0$ erhalten wir aus (15)

$$x^2=y, \qquad \text{...(17)}$$

setzend

$$x(A_3 y+A_5)-(-y^3-A_2 y^2-A_4 y-A_6)=0. \qquad \text{...(18)}$$

Hieraus ergibt sich

$$x=\frac{-y^3-A_2 y^2-A_4 y-A_6}{A_3 y+A_5}=x_0+\frac{g}{A_3 y+A_5}, \qquad \text{...(19)}$$

mit den Bestimmungen

$$x_0=ax^2+by+c,\ a=-\frac{1}{A_3},\ b=\frac{A_5-A_2 A_3}{A_3^2},\ c=\frac{-A_5^2+A_2 A_3 A_5-A_4 A_3^2}{A_3^3}, \qquad \text{...(20)}$$

$$g=A_5^3-A_2 A_3 A_5^2+A_4 A_3^2 A_5-A_6 A_3^3.$$

Von da an sind zwei Fälle zu berücksichtigen, je nachdem der Ausdruck g verschwindet oder nicht.

I. Ist $g=0$, so erscheint die gegebene Gleichung oder vielmehr die Gleichung (18) in folgender Gestalt

$$x(A_3 y+A_5)-x_0(A_3 y+A_5)=0, \qquad \text{...(21)}$$

welche vor Allem für

$$y=-\frac{A_5}{A_3} \quad \text{hiemit} \quad x=\pm\sqrt{-\frac{A_5}{A_3}}, \qquad \text{...(22)}$$

erfüllt wird.

Nach Wegschaffung des in (21) ersichtlichen gemeinschaftlichen Factors $(A_3 y+A_5)$ erhält man aus (21) die Gleichung

$$x=x_0=ay^2+by+c, \qquad \text{...(23)}$$

welche in Verbindung mit (17) zwei analytisch bestimmte mit dem Conograph darstellbare Parabelcurven vorstellt, die in den vier eventuell möglichen Begegnungspunkten zu vier reellen Werthen von x führen, welche in Verbindung mit den zwei Wurzeln in (22) das verlangte System von sechs Wurzeln der diesfälligen Gleichung (15) ausmachen.

Es können auch Fälle vorkommen, wo die Hilfscurven (17), (23) blos in zwei oder auch in gar keinem Punkte sich schneiden und den Schluss veranlassen, dass von den vier aus (17) und (23) zu ziehenden Wurzeln entweder zwei, oder auch alle vier als complexe Wurzeln sich gestalten.

II. Ist $g \lessgtr 0$, so setze man

$$\frac{g}{A_3 y+A_5}=\frac{x''}{2},\ x_0=\frac{x'}{2},$$

und erhält folgende Gleichungssysteme:

$$x''(A_3 y+A_5)=2g,\ x'=2ay^2+2by+2c, \qquad \text{...(24)}$$

$$x=\frac{1}{2}(x'+x''),\ x^2-y=0. \qquad \text{...(25)}$$

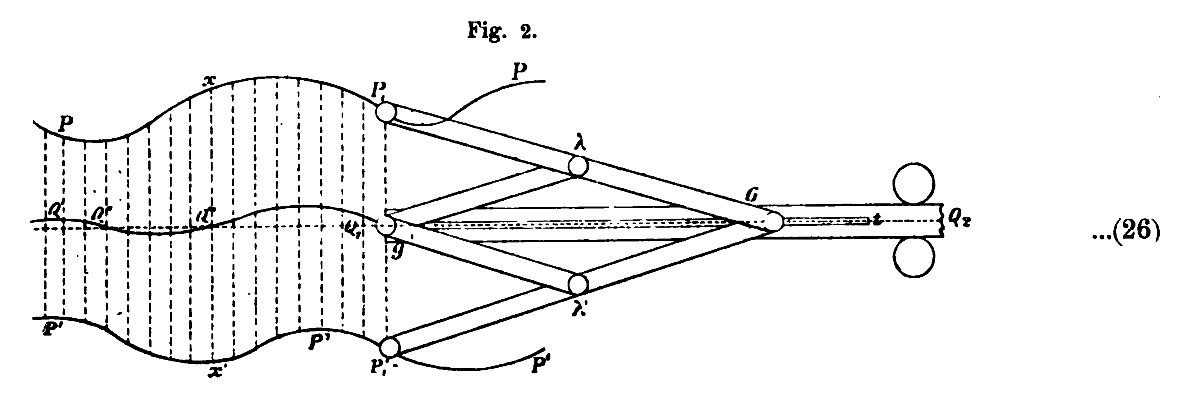
Die erste Gleichung in (24) bestimmt eine auf die Assymptoten $[x=0,\ x=A_3 y+A_5]$ bezogene Hyperbel, die zweite hingegen eine aus dem Scheitelpunkt $\left(\xi=2c-\frac{b^2}{2a},\ \eta=-\frac{b}{2a}\right)$ mit dem Parameter $\frac{2}{a}$ zu beschreibende Parabel, welche ihre concave Seite in der Richtung der Axe ox oder ox' hinwendet, je nachdem a ein positives oder negatives Vorzeichen beurkundet. Hat man diese zwei Curven mit dem Conograph auf einer parallel zur Ox rastrirten Zeichenfläche dargestellt, so gelangt hiedurch an jeder dieser Parallelen das dem gemeinschaftlichen y entsprechende Werthepaar x', x'' zur unmittelbaren Anschauung, und es lässt sich sehr

leicht auf dieser Parallelen der zugehörige Punkt $x=\frac{x'+x''}{2}$ einzeichnen, welcher der ersten in (25) ersichtlichen Hilfscurve angehört.

Betrachtet man die zwei Kegelschnitte in (24) als Zweige einer und derselben Curve, so könnte man die in obiger Weise punktweise leicht darstellbare Hilfscurve in (25) als eine **Durchmessercurve** auffassen, welche das zur Ox parallele Sehnensystem der in (24) gegebenen Curvencombination gleichzeitig halbirt.

In den Begegnungspunkten der Parabel $x^2-y=0$ mit der Durchmessercurve kommen diejenigen xWerthe zum Vorschein, welche sämmtlich die verlangten reellen Wurzeln der vorgelegten Gleichung (15) ausmachen.

Fig. 2.



...(26)

In vorstehender Figur sehen wir die Skizze des sogenannten Bissectors, welchen ich in meinem Conograph als Regulator bei der Beschreibung der Kegelschnitte verwende. Er besteht aus zwei einfachen Zirkeln PGP' und $\lambda g\lambda'$, von welchen der grössere doppelt so lange Schenkel besitzt als der kleinere. λ und λ' sind die Drehungspunkte der Schenkelendpunkte des kleineren Zirkels. Das Lineal $Q_1\, Q_2$ mit einer Nut gt ist in g um die Axe des kleinen Zirkelkopfes drehbar verbunden, während ein Stift des Kopfes G bestimmt ist, bei verschiedenen Öffnungen des Bissectors in der Nut gt sich zu bewegen. Bei jeder Öffnung des Bissectors befinden sich die Mittelpunkte $P_1 g P'_1$ in einer geraden Linie, und g liegt in einer gleichen Distanz von P und P'. Der Bissector ist nebstdem so mechanisch construirt, dass die in P_1, g und P'_1 befindlichen verticalen Stifte mit ihren Spitzen in einem Punkt zusammenkommen, sobald der Bissector geschlossen wird.

Denkt man sich das Führungslineal $Q_1\, Q_2$ zwischen die Rollen einer ortogonalen Coordinatenleitung eingespannt, so könnte man die beiden Schenkelendpunkte P_1 und P'_1 in die Hände fassend, eine Bewegung des Bissectors veranlassen, dass die Stifte in P_1 und P'_1 zwei auf der Zeichenfläche bereits ersichtlichen Linienzüge befahren; dann wird ein Schreibstift in g eine Curve beschreiben, welche das zur Axe ox der Coordinatenführung parallele Sehnensystem gleichzeitig halbirt, und demgemäss als eine den Zweigen PP, $P'P'$ in Bezug auf die Sehnenrichtung xx' entsprechende Durchmessercurve angesehen werden kann. Der Bissector ist hier der natürliche Durchmessercurvenzirkel. Im Angesichte der obigen Darstellung wäre nun der Beweis erbracht, dass mit Hilfe meines Conographs die grafische Auflösung der Gleichungen bis einschliesslich der Gleichungen des sechsten Grades als eine sogenannte directe (nicht tappende) angesehen werden kann.

Für $x^2=y$ erhält man aus der Gleichung des achten Grades:

$$\overset{8}{\underset{0}{S}}{}_{\sigma}(A_{\sigma} x^{8-\sigma})=0,\ A_1=0,\ A_3 \gtrless 0, \qquad \text{...(27)}$$

$$x=\frac{-A_0 y^4-A_2 y^3-A_4 y^2-A_6 y-A_8}{A_3 y^2+A_5 y+A_7}=x_0+\frac{my+n}{A_3 y^2+A_5 y+A_7}, \qquad \text{...(28)}$$

mit der Bestimmungsform:

$$x_0=ay^2+by+c. \qquad \text{...(29)}$$

I. Für $m=n=0$ erhält man die verlangte Auflösung aus den Gleichungssystemen:

$$A_3 y^2+A_5 y+A_7=0,\ x=\pm\sqrt{y}, \qquad \text{...(30)}$$

$$x=ay^2+by+c,\ x^2-y=0. \qquad ...(31)$$

Aus (30) erhält man zwei Paare von je einander entgegengesetzten Wurzeln, die übrigen Wurzeln ergeben sich aus den eventuellen Begegnungspunkten zwischen den in (31) bestimmten mit dem Conograph zu beschreibenden Parabeln.

II. Im Fall der Theilbarkeit $A_3y^2+A_5y+A_7 : my+n=m'y+n'$ erhält man vor Allem

$$x=\pm\sqrt{y}=\pm\sqrt{\frac{-n}{m}}, \qquad ...(32)$$

und nebstdem noch die Gleichungen:

$$x^2-y=0,\ x=x_0+\frac{1}{m'y+n'}, \qquad ...(33)$$

Setzt man hier $2x_0=x'$, $\frac{2}{m'y+n'}=x''$, so erhält man aus (33) folgende Systeme:

$$x'=2ay^2+2by+2c,\ x''(m'y+n')=2, \qquad ...(34)$$

$$x=\frac{x'+x''}{2},\ x^2-y=0, \qquad ...(35)$$

In (34) sind zwei Curven: eine gewöhnliche Parabel und eine Hyperbel bestimmt, deren in (35) bestimmte Durchmessercurve in ihren eventuellen Begegnungspunkten mit der Parabel $x^2-y=0$ zu solchen Werthen von x führt, welche im Verein mit dem in (32) ersichtlichen Wurzelpaar das verlangte zur diesfälligen Gleichung (27) gehörige Wurzelsystem ausmachen.

Sollte sich aus (35) die volle Zahl von sechs reellen Wurzeln nicht ergeben, so sind begreiflicherweise die fehlenden Wurzeln als complex aufzufassen.

III. Wenn endlich keiner der Fälle I. und II. eintrifft, so setze man:

$$\frac{my+n}{A_3y^2+A_5y+A_7}=\frac{1}{x_1}, \qquad ...(36)$$

und erhält:

$$x=x_0+\frac{1}{x_1},\ x_0=ay^2+by+c,\ x_1(my+n)-A_3y^2-A_5y-A_7=0. \qquad ...(37)$$

Der graphisch dargestellte Hyperbelzug x_1 und der Parabelzug x_0 setzt uns in Stand, die zweite Hilfscurve $x=x_0+\frac{1}{x_1}$ punktweise zu bestimmen, und dann in ihren Begegnungen mit der ersten Hilfscurve zum verlangten Wurzelsysteme selbst zu gelangen.

Für die Gleichung

$$\mathop{S}_{0}^{10}{}_\sigma[A_\sigma x^{10-\sigma}]=0,\ A_1=0, \qquad ...(38)$$

hat man für $x^2=y$ die Gleichung der zweiten Hilfscurve:

$$x=-\frac{A_0y^5+A_2y^4+A_4y^3+A_6y^2+A_8y+A_{10}}{A_3y^3+A_5y^2+A_7y+A_9}=x_0+\frac{my^2+ny+h}{A_3y^3+A_5y^2+A_7y+A_9}, \qquad ...(39)$$

mit der Bestimmungsform:

$$x_0=ay^2+by+c. \qquad ...(40)$$

Hier unterscheiden wir vier Hauptfälle und zwar in Bezug auf den Ausdruck $R=my^2+ny+h$,

Fall I... $R=0$ (identisch),
„ II... $R=$ constant,
„ III... $R=$ Function von y des ersten Grades,
„ IV... $R=$ „ „ y „ zweiten „ , ...(41)

Im Fall I erhält man aus den Gleichungen

$$A_3y^3+A_5y^2+A_7y+A_9=0,\ x=\pm\sqrt{y} \qquad ...(42)$$

eine Partie von sechs Wurzeln, und dann aus den Gleichungen

$$x=x_0=ay^2+by+c,\ x^2-y=0,$$

die letzte Partie von vier Wurzeln der gegebenen Gleichung (48).

Im Fall II erhält man die Parabeln zweiter und dritter Ordnung

$$x_0=ay^2+by+c;\ hx_1=A_3y^3+A_5y^2+A_7y+A_9, \qquad ...(43)$$

deren graphische Darstellung zur punktweisen Bestimmung der zweiten Hilfscurve

$$x=x_0+\frac{1}{x_1}, \qquad ...(43)$$

verhelfen, die in ihren Begegnungen mit der Parabel $x^2=y$ auf die verlangten Wurzeln der Gleichung (38) hindeutet. Bevor man die zweite Parabel in (43) darstellt, stelle man vorerst ihre Differentialcurve als gewöhnliche Parabel graphisch dar, und leite daraus auf bekannte Weise die Integralcurve ab, welche schon die in (43) verlangte Parabel der dritten Ordnung bildet.

Im Fall III bilde man

$$x=\frac{1}{x_1}+\frac{w}{ny+h},\ x_1=a'y^2+b'y+c', \qquad ...(44)$$

und erhält für $w=0$ den Fall III', und für $w\gtrless 0$ den Fall III''.

Im Fall III' erhält man aus den Gleichungen

$$ny+h=0,\ x=\pm\sqrt{y}, \qquad ...(45)$$

die erste Partie von zwei Wurzeln, und die zwei gewöhnlichen Parabeln

$$x_0=ay^2+by+c,\ x_1=a'y^2+b'y+c', \qquad ...(46)$$

werden uns zur punktweisen Darstellung der zweiten Hilfscurve

$$x=x_0+\frac{1}{x_1}, \qquad ...(47)$$

verhelfen, welche in den Begegnungspunkten mit $(x^2=y)$ zu der zweiten Partie von acht eventuell möglichen reellen Wurzeln der Gleichung (38) führt.

Im Fall III'' setze man

$$w=x_2(ny+h), \qquad ...(48)$$

und erhält die Hiperbelcurve (48), welche mit den Parabelcurven (46) zur punktweisen Bildung der zweiten Hilfscurve

$$x=x_0+\frac{1}{x_1+x_2} \qquad ...(49)$$

verhelfen, welche in ihren Begegnungen mit $x^2-y=0$ zu allen reellen Wurzeln der gegebenen Gleichung (38) führt.

Im Fall IV bilde man

$$x=x_0+\frac{1}{x_1}+\frac{m'y+n'}{my^2+ny+h},\ x_0=ay^2+by+c;\ x_1=a'y+b', \qquad ...(50)$$

und erhält den Fall IV' wenn $m'y+n'=$ identisch Null, und den Fall IV'', wenn $m'y+n'\gtrless 0$. ...(51)

Im Fall IV' erhält man aus den Gleichungen

$$my^2+ny+h=0,\ x=\pm\sqrt{y}, \qquad \ldots(52)$$

die erste Partie von vier Wurzeln, und ausserdem die Linienzüge

$$x_0=ay^2+by+c,\ x_1=a'y+b', \qquad \ldots(53)$$

welche zur punktweisen Bestimmung der zweiten Hilfscurve

$$x=x_0+\frac{1}{x_1}, \qquad \ldots(54)$$

verhelfen, welche in ihren Begegnungen mit $x^2-y=0$ zu der Restpartie der Wurzeln der Gleichung (38) führt.

Im endlichen Falle IV'' setze man:

$$\frac{m'y+n'}{my^2+ny+h}+\frac{1}{x_2} \qquad \ldots(55)$$

und erhält eine Hyperbel x_2, welche im Verein mit den Linienzügen (53) zur punktweisen Bestimmung der zweiten Hilfscurve

$$x=x_0+\cfrac{1}{x_1+\cfrac{1}{x_2}}, \qquad \ldots(56)$$

verhelfen, welche in den Begegnungspunkten mit $x^2-y=0$ zu allen reellen Wurzeln der Gleichung (38) führt.

Mit der hier gepflogenen Discussion schliessen wir, weil schon hieraus der Weg ersichtlich ist, wie man die Discussion der Gleichungen von noch höherem Grade einzurichten habe, um die graphische Darstellung ihrer reellen Wurzeln gehörig vorzubreiten.

§. 2.

Graphische Auflösung einer gewissen Form von transcendenten Gleichungen.

Eine transcendente hier zu behandelnde Gleichung schreiben wir in folgender Form:

$$\overset{m}{\underset{0}{S}}{}_s\,[A_{s,\varphi}\,\varphi^{m-s}]=0, \qquad \ldots(1)$$

und sagen, dass diese Gleichung dem *m*ten Grade angehört, sobald die mit $A_{s,\varphi}$ bezeichneten Coëfficienten algebraische ganze mit ganzen positiven Exponenten in Beziehung auf $\cos\varphi$ und $\sin\varphi$ bis zum *s*ten Grade reichende Polynome vorstellen. In Beziehung auf die Anzahl der zum Aufbaue von $A_{s,\varphi}$ nöthigen Zahlencoëfficienten ist es selbstverständlich, dass wir diese Anzahl ad minimum reduciren. Zu diesem Zwecke schaffen wir aus $A_{s,\varphi}$ mittelst der Relation $\cos\varphi^{2p}=[1-\sin^2\varphi]^p$ alle höheren Potenzen von $\cos\varphi$ weg, und erhalten schliesslich den Coëfficienten $A_{s,\varphi}$ in folgender Form:

$$A_{s,\varphi}=a_{s,0}+\overset{s}{\underset{1}{S}}{}_p\,[a_{s,p}\sin^p\varphi+a'_{s,p}\sin^{p-1}\varphi\cos\varphi]. \qquad \ldots(2)$$

Hieraus findet man für specielle Werthe von φ und $s>0$

$$A_{s,0}=a_{s,0}+a'_{s,1},\ A_{s,\pi}=a_{s,0}-a'_{s,1},$$

$$A_{s,\frac{\pi}{2}}=a_{s,0}+\overset{s}{\underset{1}{S}}{}_p\,(a_{s,p}),\ A_{s,-\frac{\pi}{2}}=a_{s,0}-\overset{s}{\underset{1}{S}}{}_p\,(a_{s,p}), \qquad \ldots(3)$$

$$A_{s,\frac{\pi}{4}}=a_{s,0}+\overset{s}{\underset{1}{S}}{}_p\,(a_{s,p}+a'_{s,p})2^{-\frac{p}{2}},\ A_{s,-\frac{\pi}{4}}=a_{s,0}+\overset{s}{\underset{1}{S}}{}_p\,(a_{s,p}-a'_{s,p})(-1)^p2^{-\frac{p}{2}},\ \text{etc.}$$

dem Gesetze (2) nachbildend, können wir schreiben:

$$B_{s,\varphi} = b_{s,0} + \overset{s}{\underset{1}{S}}_p \, [b_{s,p} \sin^p \varphi + b'_{s,p} \sin^{p-1} \varphi \cos \varphi], \qquad \ldots (4)$$

$$C_{s,\varphi} = c_{s,0} + \overset{s}{\underset{1}{S}}_p \, [c_{s,p} \sin^p \varphi + c'_{s,p} \sin^{p-1} \varphi \cos \varphi], \ldots \text{etc.}$$

Im Verlaufe dieser Abhandlung werden wir eine Methode feststellen, welche uns in Stand setzt, Gleichungen der Form (1) für $m=1$ und $m=2$ graphisch aufzulösen, und auf diese Weise die diesen Gleichungen zukommenden reellen Wurzelwerthe der unbekannten Grösse φ angenähert zu bestimmen. Auf Grund einer leicht aufzustellenden Methode lassen sich dann die durch Zeichnung erlangten Initialwurzelwerthe mit jeder erwünschten Genauigkeit durch Rechnung ermitteln.

Für $m > 2$ werden wir die Auflösung nur in den speciellen Fällen vermitteln, wo solche Gleichungspolynome sich als Producte darstellen lassen aus ähnlichen Polynomen, welche höchstens dem zweiten Grade angehören.

Im Falle der möglichen Zerfällung der Gleichung (1) in zwei Factoren der Form:

$$(\varphi + B_{1,\varphi}) \quad \text{und} \quad (A_{0,\varphi}\varphi^{m-1} + C_{1,\varphi}\varphi^{m-2} + C_{2,\varphi}\varphi^{m-3} + \ldots + C_{m-2,\varphi}\varphi + C_{m-1})$$

erhalten wir folgende Bedingungsgleichungen:

$$A_{s,\varphi} = C_{s,\varphi} + B_{1,\varphi} C_{s-1,\varphi} \quad \text{für} \quad s = 1, 2, \ldots m. \qquad \ldots (5)$$

Hieraus erhalten wir wegen $C_0 = A_0$ folgendes Gleichungssystem:

$$\begin{aligned} C_{1,\varphi} &+ B_{1,\varphi} A_0 - A_{1,\varphi} = 0, \\ C_{2,\varphi} &+ B_{1,\varphi} C_{1,\varphi} - A_{2,\varphi} = 0, \\ C_{3,\varphi} &+ B_{1,\varphi} C_{2,\varphi} - A_{3,\varphi} = 0, \\ C_{m-2,\varphi} &+ B_{1,\varphi} C_{m-3,\varphi} - A_{m-2,\varphi} = 0, \\ C_{m-1,\varphi} &+ B_{1,\varphi} C_{m-2,\varphi} - A_{m-1,\varphi} = 0, \\ & B_{1,\varphi} C_{m-1,\varphi} - A_{m,\varphi} = 0. \end{aligned} \qquad \ldots (6)$$

Multiplicirt man diese Gleichungen der Reihe nach mit

$$(-1)^0 B_{1,\varphi}^{m-1}, \; (-1)' B_{1,\varphi}^{m-2}, \; (-1)^2 B_{1,\varphi}^{m-3}, \ldots (-1)^{m-3} B_{1,\varphi}^2 \, (-1)^{m-2} B'_{1,\varphi} \cdot (-1)^{m-1} B_{1,\varphi}^0,$$

so erhält man folgende von den mit C bezeichneten Coëfficienten freie Gleichung:

$$u_\varphi = A_0 B_{1,\varphi}^m - A_{1,\varphi} B_{1,\varphi}^{m-1} + A_{2,\varphi} B_{1,\varphi}^{m-2} + \ldots + (-1)^{m-1} A_{m-1,\varphi} B_{1,\varphi} + (-1)^m A_{m,\varphi} = 0, \qquad \ldots (7)$$

welche aus der vorgelegten Gleichung hervorgeht, wenn in derselben die Potenzen von φ durch entsprechende Potenzen des Ausdrucks $-B_{1,\varphi}$ ersetzt werden.

Liefert diese Gleichung die Werthe von $-B_{1,\varphi}$ in endlicher Form und zwar in der Form

$$[b_{1,0} + b_1, \; \sin\varphi + b'_1, \; \cos\varphi],$$

so erhält man für jeden so erhaltenen Wurzelwerth die Gleichung:

$$\varphi + b_{1,0} + b_{1,1} \cdot \sin\varphi + b'_{1,1} \cdot \cos\varphi = 0, \qquad (\ldots 8)$$

welche in Beziehung auf die Unbekannte φ zu solchen Wurzeln φ leitet, die auch der Gleichung (1) angehören.

Die in der vorausgesetzten Form möglichen Auflösungen der Gleichung (7) müssen für jeden möglichen Werth von φ der Gleichung (7) genügen, und nur in Beziehung auf die Coëfficienten $b_{1,0}$, $b_{1,1}$, $b'_{1,1}$ bestimmte Zahlenwerthe erhalten.

Hieraus leitet sich ein einfaches und zwar folgendes Verfahren ab:

Aus (7) erhält man für $\varphi=0,\ \pi,\ \frac{\pi}{2},\ -\frac{\pi}{2}$ **folgende Zahlengleichungen:**

$$\left.\begin{array}{llll} u_0 &= 0 \ldots \text{zur Bestimmung von} & B_{1,0} &= b_{1,0}+b'_{1,1}, \\ u_\pi &= 0 \quad „ \quad „ \quad „ & B_{1,\pi} &= b_{1,0}-b'_{1,1}, \\ u_{\frac{\pi}{2}} &= 0 \quad „ \quad „ \quad „ & B_{1,\frac{\pi}{2}} &= b_{1,0}+b_{1,1}, \\ u_{-\frac{\pi}{2}} &= 0 \quad „ \quad „ \quad „ & B_{1,-\frac{\pi}{2}} &= b_{1,0}-b_{1,1}, \end{array}\right\} \ldots(9)$$

nebst der leicht ersichtlichen Probegleichung:

$$B_{1,0}+B_{1,\pi}=B_{1,\frac{\pi}{2}}+B_{1,-\frac{\pi}{2}}=2b_{1,0}. \qquad \ldots(10)$$

Die vier, zu dem m**ten Grade gehörigen Gleichungen liefern je** m **Werthe von** $B_{1,0}$, $B_{1,\pi}$, $B_{1,\frac{\pi}{2}}$, $B_{1,-\frac{\pi}{2}}$, **welche der Probe (10) entsprechend zusammengesucht zur Bestimmung der Coëfficienten** $b_{1,0}$, $b_{1,1}$, $b'_{1,1}$ **in folgender Weise verwendet werden;**

$$\left.\begin{array}{l} b_{1,0}=\frac{1}{2}(B_{1,0}+B_{1,\pi})=\frac{1}{2}(B_{1,\frac{\pi}{2}}+B_{1,-\frac{\pi}{2}}), \\ b'_{11}=\frac{1}{2}(B_{1,0}-B_{1,\pi}), \\ b_{1,1}=\frac{1}{2}(B_{1,\frac{\pi}{2}}-B_{1,-\frac{\pi}{2}}), \end{array}\right\} \ldots(11)$$

Die auf diese Weise gewonnenen Werthsysteme von zusammengehörigen Zahlen $b_{1,0}$, $b_{1,1}$, $b'_{1,1}$, **bilden jedesmal einen Factor**

$$(\varphi+b_{1,0}+b_{1,1}\sin\varphi+b'_{1,1}\cos\varphi),$$

von (1), wenn der entsprechende Ausdruck

$$B_{1,\varphi}=b_{1,0}+b_{1,1}\sin\varphi+b'_{1,1}\cos\varphi, \qquad \ldots(12)$$

der Gleichung (7) Genüge leistet.

Beispielweise lässt sich die Gleichung

$$A_0\varphi^3+A_{1,\varphi}\varphi^2+A_{2,\varphi}\varphi+A_{3,\varphi}=0, \qquad \ldots(13)$$

mit den Bestimmungsgleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} A_0 = 1, \\ A_{1,\varphi}= 6+5\sin\varphi-\cos\varphi, \\ A_{2,\varphi}=10+24\sin\varphi-2\cos\varphi-3\sin^2\varphi-4\sin\varphi\cos\varphi, \\ A_{3,\varphi}= 2+22\sin\varphi+2\cos\varphi+16\sin^2\varphi-2\sin\varphi\cos\varphi-19\sin^3\varphi-17\sin^2\varphi\cos\varphi, \end{array}\right\} \ldots(14)$$

in folgender Weise behandeln:

Man findet:

$$\left.\begin{array}{lll} A_{1,0}=5, & A_{2,0}=8, & A_{3,0}=4, \\ A_{1,\pi}=7, & A_{2,\pi}=12, & A_{3,\pi}=0, \\ A_{1,\frac{\pi}{2}}=11, & A_{2,\frac{\pi}{2}}=31, & A_{3,\frac{\pi}{2}}=21, \\ A_{1,-\frac{\pi}{2}}=1, & A_{2,-\frac{\pi}{2}}=17, & A_{3,-\frac{\pi}{2}}=15, \end{array}\right\} \ldots(15)$$

und hieraus

$$
\begin{array}{llll}
u_0 & = B^3 - 5B^2 + 8B - 4 = 0 \text{ mit den Wurzeln} & 1, \ 2, \ 2, & \\
u_\pi & = B^3 - 7B^2 + 12B \quad = 0 \quad " \quad " \quad " & 0, \ 3, \ 4, & \text{oder} \\
u_{\frac{\pi}{2}} & = B^3 - 11B^2 + 31B - 21 = 0 \quad " \quad " \quad " & 1, \ 3, \ 7, & \\
u_{-\frac{\pi}{2}} & = B^3 - B^2 - 17B - 15 = 0 \quad " \quad " \quad " & -1, \ -3, \ 5, &
\end{array}
\begin{array}{r}
1, \ 2, \ 2, \\
3, \ 4, \ 0, \\
7, \ 1, \ 3, \\
-3, \ 5, \ -1,
\end{array}
\qquad \ldots(16)
$$

In der letzten Anordnung der Wurzeln sind je vier untereinanderstehende Werthe von B der Probegleichung (10) angemessen zusammengefunden, und man findet schliesslich nach Anweisung in (11) für das System $b_{1,0}$, $b_{1,1}$, $b'_{1,1}$, folgende Zahlengruppen:

$$
\begin{aligned}
b_{1,0} &= \ \ 2, \ \ 3, \ 1, \\
b_{1,1} &= \ \ 5, \ -2, \ 2, \\
b'_{1,1} &= -1, \ -1, \ 1,
\end{aligned}
\qquad \ldots(17)
$$

und demgemäss für das Polynom (13) folgende drei Factoren:

$$(\varphi+2+5\sin\varphi-\cos\varphi),\ (\varphi+3-2\sin\varphi-\cos\varphi);\ (\varphi+1+2\sin\varphi+\cos\varphi),$$

deren jeder mit einem der Gleichung

$$\varphi^3 - A_{1,\varphi}\varphi^2 + A_{2,\varphi}\varphi + A_{3,\varphi} = 0,$$

genügenden $B_{1,\varphi}$ ausgestattet ist.

Die aus den Gleichungen

$$
\begin{aligned}
\varphi+2+5\sin\varphi-\cos\varphi &= 0, \\
\varphi+3-2\sin\varphi-\cos\varphi &= 0. \\
\varphi+1+2\sin\varphi+\cos\varphi &= 0,
\end{aligned}
\qquad \ldots(18)
$$

auf irgend eine Weise gezogenen Werthe von φ gelten als eben so viele Wurzeln der Gleichung (13).

Schwieriger ist die Absonderung eines möglichen dem zweiten Grad angehörigen Factors. Das hier einschlägige Verfahren wollen wir hier bei einer Gleichung vom vierten Grad andeuten.

Soll die Zerlegung des Polynoms

$$\varphi^4 + A_{1,\varphi}\varphi^3 + A_{2,\varphi}\varphi^2 + A_{3,\varphi}\varphi + A_{4,\varphi} = 0, \qquad \ldots(19)$$

in die Factoren

$$(\varphi^2 + B_{1,\varphi}\varphi + B_{2,\varphi}) \quad \text{und} \quad (\varphi^2 + C_{1,\varphi}\varphi + C_{2,\varphi})$$

möglich sein, so erhält man folgende Bedingungsgleichungen:

$$
\begin{aligned}
A_{1,\varphi} &= C_{1,\varphi} + B_{1,\varphi}, \\
A_{2,\varphi} &= C_{2,\varphi} + C_{1,\varphi}B_{1,\varphi} + B_{2,\varphi}, \\
A_{3,\varphi} &= C_{3,\varphi}B_{1,\varphi} + C_{1,\varphi}B_{2,\varphi}, \\
A_{4,\varphi} &= C_{4,\varphi}B_{2,\varphi}.
\end{aligned}
\qquad \ldots(20)
$$

Die Elimination von $C_{1,\varphi}$, $C_{2,\varphi}$ aus den Gleichungen 1, 2, 3 in (20) gibt

$$\Delta_\varphi = \begin{vmatrix} 0, & 1, & (B_{1,\varphi} - A_{1,\varphi}) \\ 1, & B_{1,\varphi}, & (B_{2,\varphi} - A_{2,\varphi}) \\ B_{1,\varphi}, & B_{2,\varphi}, & -A_{3,\varphi} \end{vmatrix} = 0. \qquad \ldots(21)$$

Ebenso gibt die Elimination dieser Grössen aus 1, 3, 4 in (20)

$$\delta_\varphi = \begin{vmatrix} 1, & B_{1,\varphi}, & (B_{2,\varphi} - A_{2,\varphi}) \\ B_{1,\varphi}, & B_{2,\varphi}, & -A_{3,\varphi} \\ B_{2,\varphi}, & 0, & -A_{4,\varphi} \end{vmatrix} = 0. \qquad \ldots(22)$$

Für

$$\varphi = 0,\ \pi,\ \frac{\pi}{2},\ -\frac{\pi}{2},$$

erhält man aus (21) und (22) folgende Gleichungen:

$$\begin{array}{llllll}
\Delta_0 = \mathfrak{d}_0 = 0 & \text{zur Bestimmung von} & B_{1,0} = b_{1,0}+b'_{1,1}, & B_{2,0} = b_{2,0}+b'_{2,1}, & \\
\Delta_\pi = \mathfrak{d}_\pi = 0 & " \quad " \quad " & B_{1,\pi} = b_{1,0}-b'_{1,1}, & B_{2,\pi} = b_{2,0}-b'_{2,1}, & \\
\Delta_{\frac{\pi}{2}} = \mathfrak{d}_{\frac{\pi}{2}} = 0 & " \quad " \quad " & B_{1,\frac{\pi}{2}} = b_{1,0}+b_{11}, & B_{2,\frac{\pi}{2}} = b_{2,0}+b_{2,1}+b_{22}, & \quad \ldots(23)\\
\Delta_{-\frac{\pi}{2}} = \mathfrak{d}_{-\frac{\pi}{2}} = 0 & " \quad " \quad " & B_{1,-\frac{\pi}{2}} = b_{1,0}-b_{1,1}, & B_{2,-\frac{\pi}{2}} = b_{2,0}-b_{2,1}+b_{22}, &
\end{array}$$

nebst den Probegleichungen:

$$B_{1,0}+B_{1,\pi} = B_{1,\frac{\pi}{2}}+B_{1,-\frac{\pi}{2}} = 2b_{1,0}. \qquad \ldots(24)$$

Die vier Systeme von je zwei Gleichungen liefern verschiedene Werthsysteme von $B_{1,0}$, $B_{2,0}$; $B_{1,\pi}$, $B_{2,\pi}$; $B_{1,\frac{\pi}{2}}$, $B_{2,\frac{\pi}{2}}$; $B_{1,-\frac{\pi}{2}}$, $B_{2,-\frac{\pi}{2}}$, welche der Probegleichung entsprechend zusammengesucht zur Bestimmung der Zahlencoëfficienten $b_{1,0}$, $b_{1,1}$, $b'_{1,1}$, $b_{2,0}$, $b_{2,1}$, $b'_{2,1}$, $b_{2,2}$, $b'_{2,2}$ in folgender Weise verwendet werden.

$$\begin{aligned}
b_{1,0} &= \frac{1}{2}(B_{1,0} + B_{1,\pi}) = \frac{1}{2}(B_{1,\frac{\pi}{2}} + B_{1,-\frac{\pi}{2}}),\\
b_{2,0} &= \frac{1}{2}(B_{2,0} + B_{2,\pi}),\\
b'_{1,1} &= \frac{1}{2}(B_{1,0} - B_{1,\pi}),\\
b'_{2,1} &= \frac{1}{2}(B_{2,0} - B_{2,\pi}),\\
b_{1,1} &= \frac{1}{2}(B_{1,\frac{\pi}{2}} - B_{1,-\frac{\pi}{2}}),\\
b_{2,1} &= \frac{1}{2}(B_{2,\frac{\pi}{2}} - B_{2,-\frac{\pi}{2}}),\\
b_{2,2} &= \frac{1}{2}[(B_{2,\frac{\pi}{2}} + B_{2,-\frac{\pi}{2}}) - (B_{2,0}+B_{2,\pi})]
\end{aligned} \qquad \ldots(25)$$

und schliesslich erhält man aus der Gleichung

$$\mathfrak{d}_{\frac{\pi}{2}} = 0, \qquad \ldots(26)$$

die noch unbekannte Grösse b'_{22}.

Ein in dieser Weise zusammengestellter Ausdruck

$$\varphi^2 + B_{1,\varphi}\,\varphi + B_{2,\varphi}$$

bildet auf Grund des in (25) und (26) gewonnenen Coëfficientensystems $[b_{1,0},\ b'_{2,2},\ b_{1,1},\ b'_{1,1},\ b_{2,0},\ b_{2,1},\ b'_{2,1},\ b_{2,2}]$ nur dann einen wirklichen endlichen Factor des Gleichungspolynoms (19), wenn die zugehörigen Ausdrücke

$$\begin{aligned}
B_{1,\varphi} &= b_{1,0}+b_{1,1}\sin\varphi+b'_{1,1}\cos\varphi\\
B_{2,\varphi} &= b_{2,0}+b_{2,1}\sin\varphi+b'_{2,1}\cos\varphi+b_{2,2}\sin^2\varphi+b'_{2,2}\cos\varphi\sin\varphi,
\end{aligned}$$

den Gleichungen (21) und (22) genügen.

Manchmal gewährt es einen Vortheil, die Gleichung (1) zu transformiren, indem man in derselben die Unbekannte φ durch $(\psi+\alpha)$ ersetzt.

Eine derartige Transformation wollen wir beispielweise bei einer Gleichung zweiten Grades durchführen. Zu diesem Zwecke erhalten wir:

$$A_{1,\psi+\alpha} = a_{10} + [a_{1,1}\cos\alpha - a'_{1,1}\sin\alpha]\sin\psi + [a_{1,1}\sin\alpha + a'_{1,1}\cos a]\cos\psi,$$

$$\begin{aligned} A_{2,\psi+\alpha} = a_{2,0} + \frac{1}{2}a_{2,2} - \frac{1}{2}(a_{2,2}\cos 2a - a'_{22}\sin 2\alpha) + (a_{2,1}\cos\alpha - a'_{2,1}\sin\alpha)\sin\psi + \\ + (a_{21}\sin 2\alpha + a'_{2,1}\cos\ \ \alpha)\cos\psi + (a_{22}\cos 2\alpha - a'_{12}\sin 2\alpha)\sin^2\psi + \\ + (a_{22}\sin\ \ \alpha + a'_{2,2}\cos 2\alpha)\cos\psi\sin\psi, \end{aligned} \quad \ldots(27)$$

und schliesslich die dem zweiten Grade angehörige Gleichung

$$A_0\varphi^2 + A_{1,\varphi}\varphi + A_{2,\varphi} = 0 \quad \ldots(28)$$

in folgender Form:

$$B_0\psi^2 + B_{1,\psi}\psi + B_{2,\psi} = 0 \quad \ldots(29)$$

mit den Bestimmungsgleichungen:

$$\begin{aligned} B_0 &= A_0, \\ b_{1,0} &= 2\alpha A_0 + a_{1,0}, \\ b_{1,1} &= a_{1,1}\cos\alpha - a'_{1,1}\sin\alpha, \\ b'_{1,1} &= a_{1,1}\sin\alpha + a'_{1,1}\sin\alpha, \\ b_{2,0} &= \alpha^2 A_0 + \alpha a_{1,0} + a_{2,0} + \frac{1}{2}a_{22} + \frac{1}{2}(a'_{22}\sin 2\alpha - a_{22}\cos 2\alpha), \\ b_{2,1} &= \cos\alpha(\alpha a_{1,1} + a_{2,1}) - \sin\alpha(\alpha a'_{1,1} + a'_{2,1}), \\ b'_{2,1} &= \cos\alpha(\alpha a'_{1,1} + a'_{2,1}) + \sin\alpha(\alpha a_{1,1} + a_{2,1}), \\ b_{2,2} &= a'_{2,2}\cos 2\alpha - a'_{2,2}\sin 2\alpha, \\ b'_{2,2} &= a_{2,2}\sin 2\alpha + a'_{2,2}\cos 2\alpha. \end{aligned} \quad \ldots(30)$$

Die Wurzeln der Gleichung (29) gestalten sich zu eben so vielen Wurzeln der ursprünglichen Gleichung (28), sobald man eine jede derselben um den Bogen α verlängert.

§. 3.

Fortsetzung.

Die Gleichung

$$\overset{n}{\underset{0}{S}}{}_{\sigma}[A_{\sigma,\varphi}\varphi^{n-\sigma}] = 0, \quad \ldots(1)$$

lässt sich als ein Resultat der Coexistenz der Gleichungen:

$$\begin{aligned} F(x, y, z) &= 0, \\ x &= f_1(\sin\varphi, \cos\varphi), \\ y &= f_2(\sin\varphi, \cos\varphi), \\ z &= f_3(\sin\varphi, \cos\varphi) \end{aligned} \quad \ldots(2)$$

auffassen, sobald alle diese Functionsformen in Bezug auf die drei Variabeln φ, $\sin\varphi$, $\cos\varphi$ algebraische ganze mit ganzen und positiven Exponenten versehene Polynome darstellen.

Die erste der Gleichungen stellt mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit von x, y, z bezogen auf ein beliebigwinkliges Axensystem eine Fläche vor, während die drei übrigen mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit x, y, z, φ eine Curve im Raume repräsentiren. Ein jeder der Fläche und der räumlichen Curve gemeinschaftlich angehörige Punkt liefert bestimmte Werthe von x, y, z, welche wieder mit Hilfe Einer der drei letzten Gleichungen zu Werthen der Bogenzahl φ führen, welche die Gleichung (1) erfüllen und demgemäss als Wurzeln dieser Gleichung auftreten.

Gelingt' es, die Gleichungen (2) derart zu bestimmen, dass man mit der Darstellung der Fläche und Curve weiter keine Schwierigkeit hat, so wird es auch leicht sein, mit Hilfe der beschreibenden Geometrie ihre sämmtlichen gemeinschaftlichen Punkte ausfindig zu machen, und schliesslich auch das vollständige der Gleichung (1) angehörige System von reellen Wurzeln darzustellen, sobald wenigstens Eine der drei letzten Gleichungen in (2) eine unmittelbare Auflösung in Bezug auf die Bogenzahl φ gestattet.

Der eben besagten Forderung gemäss liesse sich eines von den Gebilden (Fläche, Curve) nämlich die Curve durch die sehr einfachen Gleichungen.

$$x = \varphi - \rho \sin \varphi,\ y = \rho \cos \varphi,\ z = \rho \sin \varphi \qquad \ldots(3)$$

fixiren, und denselben gemäss in die Gleichung (1) die Substitutionen

$$\sin\varphi = \frac{z}{\rho},\ \cos\varphi = \frac{y}{\rho},\ \varphi = x+z \qquad \ldots(4)$$

durchführen, um sofort zur Gleichung der zur constructiven Auflösung der Gleichung (1) erforderlichen Fläche zu gelangen.

Aus (4) hat man

$$z^2+y^2 = \rho^2, \qquad \ldots(5)$$

und sieht ein, dass die in (3) dargestellte Curve sich auf die Ebene yz als eine mit ρ beschriebene Kreislinie, und auf die Ebene xy als eine mit dem Cycloïdalradius ρ mit meinem Cycloïdograph sehr leicht graphisch darstellbare Cycloïde projicirt. Mit Hilfe der elementarsten Anweisung der beschreibenden Geometrie bestimmt sich unmittelbar die Projection dieser Curve auf die Bildebene xz.

Über den Radius ρ lässt sich derart verfügen, dass hiedurch die Darstellbarkeit der resultirenden Hilfsfläche erleichtert wird.

Für den speciellen Fall einer Gleichung des ersten Grades

$$A_0\varphi + A_{1,\varphi} = 0 \qquad \ldots(6)$$

erhält man in Folge der Substitutionen (4)

$$\begin{gathered} A_0(x+z)+a_{1,0}+a_{1,1}\frac{z}{\rho}+a'_{1,1}\frac{y}{\rho} = 0, \\ A_0x+\frac{a'_{1,1}}{\rho}y+\left(A_0+\frac{a_{1,1}}{\rho}\right)z+a_{1,0} = 0, \end{gathered} \qquad \ldots(7)$$

für beliebiges ρ die Gleichung einer Ebene, welche die obenerwähnte Curve in Punkten begegnet, deren entsprechende Werthe von φ eben so viele Wurzeln der vorgelegten Gleichung (6) ausmachen.

Dieselbe Methode auf die transformirte Gleichung

$$A_0\left(\varphi'+\frac{\pi}{2}\right) + A_{1,\left(\varphi'+\frac{\pi}{2}\right)} = 0 \qquad \ldots(8)$$

angewendet, liefert die Gleichung der Ebene

$$A_0x+\frac{a_{1,1}}{\rho}y+\left(A_0-\frac{a'_{1,1}}{\rho}\right)z+\left(A_0\frac{\pi}{2}+a_{1,0}\right) = 0, \qquad \ldots(9)$$

welche durch ihre Begegnung mit der Hilfscurve zu den um $\frac{\pi}{2}$ verminderten Wurzeln von (6) führt.

Da in (6) von den Coëfficienten $a_{1,1}$ und $a'_{1,1}$ wenigstens Einer als von Null verschieden gedacht wird, so lässt sich durch schickliche Wahl von ρ die erhaltene Gleichung der Ebene (7) und beziehungsweise (9) dahin vereinfachen, dass in derselben der Coëfficient von z verschwindet. Demgemäss erhält man für $a_{1,1} \lessgtr 0$, $\rho = -\frac{a_{1,1}}{A_0}$ aus (7)

$$A_0x - A_0\frac{a'_{1,1}}{a_{1,1}}y+a_{1,0} = 0. \qquad \ldots(10)$$

und ihren Mittelpunkt (ξ, ζ) durch die Gleichungen:

$$\xi + u_{12}\eta + u_1 = 0, \ \zeta + u_{23}\eta + u_3 = 0 \qquad \ldots(27)$$

bestimmt.

Betrachtet man (ξ η ρ) als laufende Coordinaten, so drücken die Gleichungen (27) diejenige Gerade aus, in welcher die Mittelpunkte der sämmtlichen Kreisschnitte liegen.

Bezeichnet man mit λ, μ, ν die Cosinuse derjenigen Winkel, welche irgend eine Richtung mit den Axen ox, oy, oz einschliesst, so hat man vor Allem die Gleichung der zur Richtung λ, μ, ν conjugirten Durchmesserebene

$$(u_{11}\lambda + u_{12}\mu + u_{13}\nu)\,x + (u_{21}\lambda + u_{22}\mu + u_{23}\nu)\,y + (u_{31}\lambda + u_{32}\mu + u_{33}\nu)\,z + (u_1\lambda + u_2\mu + u_3\nu) = 0. \quad \ldots(28)$$

Soll diese Ebene zur xz parallel sein, so erhält man zur Bestimmung der zur xz-Ebene zugehörigen conjugirten Richtung λ, μ, ν folgende Gleichungen:

$$u_{11}\lambda + u_{12}\mu + u_{13}\nu = u_{3,1}\lambda + u_{32}\mu + u_{33}\nu = 0. \qquad \ldots(29)$$

Da diesfällig

$$u_{3,1} = 0, \ u_{11} = u_{33} = 1,$$

so erhält man aus (29)

$$\frac{\lambda}{\mu} = -u_{12} \ \frac{\nu}{\mu} = -u_{23}, \qquad \ldots(30)$$

woraus ersichtlich ist, dass diese Richtung mit der Richtung der Mittelpunktsgeraden (27) übereinstimmt.

Die durch die zweite Gleichung in (27) gegebene Ebene enthält in sich die Mittelpunktsgerade und ist zur Axe ox parallel. Schneidet man mit dieser Ebene die Hilfsfläche (18), so erhält man die Projection der Durchschnittslinie auf die Ebene xy, indem man aus (18) und der Gleichung $z + u_{23}y + u_3 = 0$ die Ordinate z eliminirt. Dies gibt:

$$x^2 + (u_{22} - u_{23}^2)\,y^2 + 2u_{12}\,xy + 2u_1\,x + 2(u_2 - u_3 u_{23})\,y + (u_0 - u_3^2) = 0. \qquad \ldots(31)$$

Bezieht man die durch diese Gleichung gegebene Projectionslinie auf die Axen ox' ox und $oy' \,||\, [x + u_{12}y + u_1 = 0]$, so erhält man die entsprechende Transformirte von (31) im Folgenden:

$$(x' + u_1)^2 + \frac{(u_{22} - u_{12}^2 - u_{23}^2)}{1 + u_{12}^2}\,y'^2 + \frac{2(u_2 - u_1 u_{12} - u_3 u_{23})}{(1 + u_{22}^2)^{\frac{1}{2}}}\,y' + (u_0 - u_3^2 - u_{12}^2) = 0. \qquad \ldots(32)$$

Dieses offenbar auf conjugirte Axenrichtungen bezogene Gebilde deutet im Allgemeinen auf eine Ellipse oder Hyperbel hin, je nachdem der Ausdruck $(u_{22} - u_{12}^2 - u_{23}^2)$ positiv oder negativ sich gestaltet. Wird jedoch $u_{22} - u_{12}^2 - u_{32}^2 = 0$, so entspricht die Gleichung (32) einer Parabel. In jedem dieser Fälle sind die in den erwähnten conjugirten Axenrichtungen liegenden Parameter leicht zu construiren, und man erfährt schliesslich, ob die Curve (32)

im 1. Falle als eine wirkliche Ellipse oder vielleicht als eine Kreislinie, ein Punkt oder gar als eine imaginäre Ellipse;

im 2. Falle als eine gewöhnliche Hyperbel oder als ein Paar zweier sich schneidenden Geraden:

im 3. Falle als eine gewöhnliche Parabel, oder als ein Paar paralleler oder auch zusammenfallender Geraden, oder endlich als ein Paar von parallelen imaginären Geraden sich gestaltet.

Deutet nun die Gleichung (32) auf ein reelles Gebilde hin, so bildet dieses Gebilde die Projection der Leitlinie, längs welcher die veränderliche, parallel sich verschiebende Kreislinie die Hilfsfläche (18) beschreibt. Ist hingegen das Gebilde in (32) imaginär, so fällt auch die Hilfsfläche (18) imaginär aus, und die Gleichung (17) besitzt in einem solchen Falle gar keine reelle Wurzel. Die Gleichung (17) hat auch dann keine reelle Auflösung, wenn eine wirklich existirende Hilfsfläche (18) von der Hilfscurve gar nicht getroffen wird.

In Bezug auf die reelle, bereits dargestellte Leitlinienprojection ist noch für den Zeichner der besondere Vortheil zu notiren, dass dann jede ihrer zur ox parallelen Sehnen schon die Länge des zugehörigen Erzeugungs-Kreisdurchmessers angibt.

Im Falle der nothwendig einzubeziehenden Hilfsfläche (22) bezieht man die Leitlinienprojection ebenfalls aus (32), sobald man die mit u bezeichneten Coëfficiënten je mit einem Striche behaftet sich ...(33) denkt, und ihre Werthe aus (23) berechnet.

Diesfällig wären hiemit für die beschreibende Darstellung alle Vorbereitungen erschöpft, auf deren Grundlage man sehr leicht zu den Durchschnittspunkten der Hilfsfläche mit der Hilfscurve und schliesslich zu den entsprechenden sämmtlichen reellen Wurzeln der Gleichung (17) gelangt.

(I)'. Für $A_0=1$, $a_{1,1}=a'_{1,1}=0$ und $a_{22}<0$ setze man:

$$u_{22}=-a_{22}:\rho^2=1\,,\quad \rho=\sqrt{-a_{22}} \qquad \text{...(34)}$$

und erhält in (18) eine Hilfsfläche, welche parallel zur Ebene xy in Kreislinien geschnitten wird. Für $a_{22}>0$ erhält man $\rho=\sqrt{a_{22}}$, und es wird diesfällig die Hilfsfläche (22) parallel zur Ebene xy in Kreislinien geschnitten. Der Fall $A_0=1$, $a_{1,1}=a'_{1,1}=a_{2,2}=0$ und $u'_{2,2}\gtrless 0$ gibt nach (30) für $\varphi=\varphi'\pm\frac{\pi}{4}$ $b_{22}=\mp a'_{22}$ und hiemit eine zum Fall (I)' gehörige Hilfsfläche.

(I)''. Im Fall $A_0=1$, $a_{1.1}=a'_{1,1}=a_{2.2}=a'_{2,2}=0$ erscheint für beliebig gewähltes ρ die Hilfsfläche als ein parabolischer Cylinder und lässt sich leicht als eine Folge congruenter Parabeln, oder als eine Folge von parallelen Geraden darstellen.

Ist überhaupt $u_{1.1}=u_{3,3}$, und $\pm\frac{u_{1.3}}{u_{1.1}}<1$, so setze man $u_{1,3}=u_{1,1}\cos\beta$, um auf Grund des Axensystems

$$\cos\sphericalangle xoy=\cos\sphericalangle yoz=0,\;\; \cos\sphericalangle xoz=\cos\beta=u_{1,3}:u_{1,1} \qquad \text{...(35)}$$

zu einer Hilfsfläche zu gelangen, welche parallel zur Ebene, xz in Kreisen geschnitten wird.

Beispielsweise erhält man aus

$$u_{11}x^2+u_{22}y^2+u_{33}z^2+2u_{12}xy+2u_{23}yz+2u_{31}zx+2u_1x+2u_2y+2u_3z+u_0 \qquad \text{...(36)}$$

und etwa den Bestimmungsgleichungen:

$$\left.\begin{aligned}&u_{11}=u_{22}=1,\; u_{33}=-\frac{a_{22}}{4},\; 2u_{12}=0,\; 2u_{23}=\frac{a'_{22}}{4},\; 2u_{31}=1,\\ &2u_1=a_{1,0}\,.\,2u_2=\frac{a'_{2,1}}{2},\; 2u_3=a_{1,0}+\frac{a_{2,1}}{2},\; u_0=a_{2,0}+a_{22};\end{aligned}\right\} \qquad \text{...(37)}$$

als Gleichung der Hilfsfläche:

$$x^2+z^2+2\cos 60^\circ\,.\,zx+a_{1,0}x+\left(\frac{a'_{22}}{4}y+a_{1,0}+\frac{a_{2,1}}{2}\right)z+\left[-\frac{a_{22}}{4}y^2+\frac{a'_{2,1}}{2}y+(a_{2,0}+a_{2,2})\right]=0. \quad \text{...(38)}$$

Für ein beliebiges y etwa $y=\eta$ erhält man die zu xz parallel geführte Durchschnittslinie durch die Gleichung

$$x^2+z^2+2\cos 60^\circ zx+a_{1,0}x+\left(\frac{a'_{2,2}}{4}\eta+a_{1,0}+\frac{a_{2,2}}{2}\right)z+\left[-\frac{a_{2,2}}{2}\eta^2+\frac{a'_{2,1}}{2}\eta+(a_{2,0}+a_{2,2})\right]=0. \quad \text{...(39)}$$

Einer aus dem Mittelpunkte (ξ,ζ) mit dem Radius r beschriebene Kreislinie entspricht wegen $\sphericalangle xoz=$ $=\beta=60^\circ$ folgende Gleichung:

$$(x-\xi)^2+(z-\zeta)^2+(x-\xi)(z-\zeta)=r^2$$

oder ...(40)

$$x^2+z^2+2\cos 60^\circ xz+x[-2\xi-\zeta]+z[-2\zeta-\xi]=r^2-\xi^2-\zeta^2-\xi\zeta.$$

Die Gleichung (39) mit (40) verglichen, gibt die Relationen:

$$-2\xi-\zeta = a_{1,0},$$
$$-2\zeta-\xi = a_{1,0}+\frac{a_{2,1}}{2}+\frac{a'_{2,2}}{4}\eta, \qquad \text{...(41)}$$
$$-\frac{a_{2,2}}{4}\eta^2+\frac{a'_{2,1}}{2}\eta+a_{2,0}+a_{2,2} = \xi^2+\zeta^2+\xi\zeta-r^2,$$

aus welcher auf Grund eines angenommenen η die Werthe von ξ, ζ, r berechnet werden können.

Hieraus ist zu ersehen, dass die Hilfsfläche (38) parallel zur Ebene xz des in (34) angenommenen Axensystemes in lauter nach (41) näher zu bestimmenden Kreislinien geschnitten wird.

Die ersten zwei Gleichungen in (41) bestimmen mit Rücksicht auf die Veränderlichkeit der Coordinaten ζ, η, ξ diejenige Gerade, welche die Mittelpunkte sämmtlicher oben erwähnter Durchschnittskreislinien verbindet. Aus denselben erhält man für diese Mittelpunktsgerade die Gleichungen ihrer Projectionen auf die Ebenen xy, yz, xz im Folgenden:

$$12\xi-a'_{2,2}\eta = 2a_{2,1}-4a_{1,0},$$
$$6\zeta+a'_{2,2}\eta = -2a_{1,0}-2a_{2,1}, \qquad \text{...(42)}$$
$$\zeta+2\xi = -a_{1,0}.$$

Nachdem wir die Mittelpunktslinie bereits besitzen, suchen wir für den Veränderlichen parallel zur zx-Ebene sich bewegenden Erzeugungskreis die zugehörige Leitlinie, damit er während der Bewegung die Hilfsfläche (38) beschreibe.

Zu diesem Zwecke schneiden wir die Fläche (38) mit der durch die zweite der Gleichungen (42) bestimmten, die Mittelpunktslinie enthaltenden, zur ox parallelen Ebene, und suchen die Projection dieser Schnittlinie auf die xy-Ebene. Diese erhält man, wenn man aus der Gleichung $6z+a'_{2,2}y = -2(a_{1,0}+a_{2,1})$ und der Gleichung (38) die Ordinate z elliminirt. Hiedurch erhalten wir:

$$x^2-\frac{(18a_{2,2}+a'^2_{2,2})}{72}y^2-\frac{a'_{2,2}}{6}xy+\frac{(2a_{1,0}-a_{2,1})}{3}x+\frac{(18a'_{2,1}-a'_{2,2}(5a_{1,0}+2a_{2,1}))}{36}y+ \qquad \text{...(43)}$$
$$+[a_{2,0}+a_{2,2}-\frac{1}{18}[4a^2_{1,0}+a^2_{2,1}+5a_{1,0}a_{2,1}]] = 0.$$

Transformirt man diese Gleichung auf die Axen $ox' \parallel ox$ und $oy' \,\{12x-a'_{2,2}y = 2a_{2,1}-4a_{1,0}\}$, so erhält man für $v^2 = 144+a'^2_{22}$

$$x^2-\frac{3y^2}{v^2}(a'^2_{2,2}+12a_{2,2})+(2a_{1,0}-a_{2,1})\frac{x}{3}+(6a'_{2,1}-a'_{2,2}(a_{1,0}+a_{2,1}))\frac{y}{v}+$$
$$+\left[a_{2,0}+a_{2,2}-\frac{(4a^2_{1,0}+a^2_{2,1}+5a_{1,0}a_{2,1})}{18}\right] = 0. \qquad \text{...(44)}$$

Hieraus ersieht man, dass die in (43) oder (44) bestimmte Projection der Leitlinie die Richtung der Axe ox und die Richtung der Mittelpunktlinienprojection als conjugirte Richtungen besitzt, und dass eben die Projection $[12x-a'_{2,2}y = 2a_{2,1}-4a_{1,0}]$ den Durchmesser der Linie (34) ausmacht. Jede zu (34) gehörige zur ox parallele Sehne stellt die wahre Länge des Durchmessers des zugehörigen Erzeugungskreises vor und bietet bei der Ausmittlung der Begegnungspunkte der Hilfsfläche mit der Hilfscurve dieselben Vortheile, wie die oben beschriebenen Sehnen der Linie (32).

(I)'''. Zu den besonders günstigen Fällen gehört derjenige hin, wo in (18) für ein passendes ρ die Coëfficienten u_3, u_{31}, u_{32} gleichzeitig verschwinden.

Diesfällig bestehen folgende Relationen:

$$a_{1,0}\rho+a_{2,1} = 2A_0\rho+a_{1,1} = a'_{1,1}\rho+a'_{2,2} = 0, \qquad \text{...(45)}$$

und im Gefolge derselben:

$$\rho = -\frac{a_{2,1}}{a_{1,0}} = -\frac{a_{1,1}}{2A_0} = -\frac{a'_{2,2}}{a'_{1,1}},$$

$$a_{1,0}a_{1,1} = 2A_0 . a_{2,1};\; a_{1,1}a'_{1,1} = 2A_0 a'_{2,2}. \qquad \text{...(46)}$$

Setzt man in diesem Falle $z^2 = \rho^2 - y^2$, so nimmt die Gleichung (18) folgende Gestalt an:

$$A_0 x^2 + A_0 \frac{(a^2_{1,1} - 4A_0 a_{2,2})}{a^2_{1,1}} y^2 + 2A_0 \frac{a'_{1,1}}{a_{1,1}} xy + 2A_0 \frac{a_{2,1}}{a_{1,1}} x - 2A_0 \frac{a'_{2,1}}{a_{1,1}} y + \left(a_{2,0} + a_{2,2} - \frac{a^2_{1,1}}{2A_0}\right) = 0. \qquad \text{...(47)}$$

Hier findet man

$$\sigma = u_{11}u_{22} - u^2_{1,2} = \frac{A^2_0}{u^2_{1,1}} (a^2_{1,1} - a'^2_{1,1} - 4a_{2,2}A_0). \qquad \text{...(48)}$$

und schliesst, dass diesfällig die Hilfsfläche eine elliptische hyperbolische oder parabolische Cylinderfläche sein wird, je nachdem der Ausdruck $[a^2_{1,1} - a'^2_{1,1} - 4a_{2,2}A_0]$ positiv, negativ oder verschwindend ausfällt.

Da die Gleichung (47) von z frei ist, so kann man sich die Hilfscurve auf die in der xy-Ebene mit ρ beschriebene Cycloïde reducirt denken, und die Durchschnittspunkte bestimmen, in welchen die gedachte Cycloïde von der Kegelschnittslinie (47) getroffen wird. Die zugehörigen Bogenlängen φ bilden dann das Wurzelsystem der Gleichung (17) in dem Falle, wo ihre Coëfficienten die zwei Bedingungen in (46) erfüllen.

Die unter Bedingungen (46) erfolgte Auflösung verdient vornehmlich den Namen einer directen (nicht tappenden) Lösung der transcendenten Gleichung, da mit meinen mechanischen Vorrichtungen die Cycloïde sowohl, sowie auch ein jeder Kegelschnitt in continuirlichen Zügen dargestellt werden kann.

Zunächst wollen wir nachsehen, wie sich die transformirte Gleichung (29) §. 2 in Bezug auf die ähnlichen aus der Transformirten gezogenen Bedingungen

$$b_{1,0}b_{1,1} - 2A_0 b_{2,1} = b_{1,1}b'_{1,1} - 2A_0 b'_{2,2} = 0, \qquad \text{...(49)}$$

verhält.

Wenn man in die eventuellen Bedingungsgleichungen (49) die Coëfficienten durch die ursprünglichen, mit a bezeichneten Coëfficienten nach den Transformationsgesetzen (30), §. 2 ausdrückt, so erhält man die Gleichungen:

$$(a_{10}a_{1,1} - 2A_0 a_{2,1})\cos\alpha - (a_{1,0}a'_{1,1} - 2A_0 a'_{2,1})\sin\alpha = 0,$$

$$\left\{\frac{1}{2}(a^2_{1,1} - a'^2_{1,1}) - 2A_0 a_{2,2}\right\}\sin 2\alpha - [2A_0 a'_{2,2} - a_{1,1}a_{1,1}]\cos 2\alpha = 0. \qquad \text{...(50)}$$

Das Stattfinden einer dieser Relationen können wir mittelst eines passenden Werthes von α veranlassen. Wird dann mit diesem Werthe von α auch der zweiten in (50) Genüge geleistet, so erhält die transformirte Gleichung die Eignung, mit Hilfe der Durchschnittspunkte zwischen einer passenden Cycloïde und einem zugehörigen Kegelschnitt ihre sämmtlichen Wurzeln zu liefern. Wenn man nun in die Gleichung:

$$\text{tang}\, 2\alpha = 2\,\text{tang}\,\alpha : (1 - \text{tang}^2\alpha)$$

die aus (50) gezogenen Werthe von $\text{tang}\,\varphi$ und $\text{tang}^2\varphi$ hineinsetzt, so erhält man schliesslich die einzige Bedingungsgleichung:

$$\frac{2A_0 a'_{2,2} - a_{1,1}a'_{1,1}}{\frac{1}{2}(a^2_{1,1} - a'^2_{1,1}) - 2A_0 a_{2,2}} = \frac{2(a_{1,0}a_{1,1} - 2A_0 a_{2,1})(a_{1,0}a'_{1,1} - 2A_0 a'_{2,1})}{a^2_{1,0}(a'^2_{1,1} - a^2_{1,1}) + 4A^2_0(a'^2_{2,1} - a^2_{2,1}) - 4A_0 a_{1,0}(a'_{1,1}a'_{2,1} - a_{1,1}a_{2,1})}, \qquad \text{...(51)}$$

deren Erfüllung dafür bürgt, dass die zugehörige transcendente Gleichung, oder vielmehr ihre transformirte mit Hilfe einer passenden Cycloïde und des zugehörigen Kegelschnittes gelöst werden kann.

Indem wir den Fall, wo von den Coëfficienten $A_0, A_{1,\varphi}, A_{2,\varphi}$ blos der Coëfficient A_0 verschwindet, für den nächsten Paragraphen aufheben, wollen wir hier diejenigen Fälle erledigen, wo von diesen Coëfficienten blos $A_{1,\varphi}$ oder $A_{2,\varphi}$ identisch nicht verschwindet.

Die Gleichungen

$$A_{1,\varphi}=a_{1,0}+a_{1,1}\sin\varphi+a'_{1,1}\cos\varphi=0, \qquad \text{...(52)}$$

$$A_{2,\varphi}=a_{2,0}+a_{2,1}\sin\varphi+a'_{2,1}\cos\varphi+a_{2,2}\sin^2\varphi+a'_{2,2}\sin\varphi\cos\varphi=0 \qquad \text{...(52)'}$$

geben für $\sin\varphi=y$, $\cos\varphi=x$,

$$a_{1,0}+a_{1,1}y+a'_{1,1}x=0, \qquad \text{...(53)}$$

$$a_{2,0}+a_{2,1}y+a'_{2,1}x+a_{2,2}y^2+a'_{2,2}xy=0, \qquad \text{...(54)}$$

und nebstdem noch die Gleichung

$$x^2+y^2=1. \qquad \text{...(55)}$$

Die Begegnungspunkte der Geraden (53) mit dem Kreise (55) führen zur Auflösung der Gleichung (52); die Begegnungspunkte des Kegelschnittes (54) mit dem Kreise (55) geben die Auflösung der Gleichung (52)';

Wählt man ein positives s derart an, dass in numerischer Beziehung $2s>\frac{a'_{2,2}}{a_{2,2}}$ ausfällt, so können wir die mit $s\,a_{2,2}$ multiplicirte Gleichung (55) zur Gleichung (54) addiren und erhalten die Gleichung:

$$(a_{2,0}-s\,a_{2,2})+a'_2 x+a_{2,1}y+a'_{2,2}xy+a_{2,2}(s+1)y^2+s\,a_{22}x^2=0, \qquad \text{...(56)}$$

welche auf eine Ellipse deutet, und bei der zu unternehmenden Auflösung der (52)' an die Stelle der Gleichung (54) gesetzt werden kann.

§. 4.

Fortsetzung und Schluss.

Um auch in dem Falle $A_0=0$ für den Zeichner einige Vortheile zu erringen, denken wir uns die Gleichungen der Hilfsfläche (18) und (22) auf folgende Weise geordnet:

$$u_{11}x^2+u_{22}y^2+u_{33}z^2+2u_{12}xy+2u_{23}yz+2u_{31}2x+2u_1x+2u_2y+2u_3z+u_0=0, \qquad \text{...(1)}$$

$$u'_{11}x^2+u'_{22}y^2+u'_{33}z^2+2u'_{12}xy+2u_{23}yz+2u'_{31}2x+2u'_1x+2u'_2y+2u'_3z+u'_0=0, \qquad \text{...(2)}$$

mit den Bestimmungsgleichungen:

$$\begin{aligned}
u_{11}&=0, & u'_{11}&=0,\\
u_{22}&=0, & u'_{22}&=0,\\
u_{33}&=\frac{a_{1,1}}{\rho}+\frac{a_{2,2}}{\rho^2}, & u_{33}&=\frac{b_{1,1}}{\rho'}+\frac{b_{2,2}}{\rho'^2},\\
2u_{12}&=\frac{a'_{1,1}}{\rho}, & 2u'_{12}&=\frac{b'_{1,1}}{\rho'},\\
2u_{23}&=\frac{a'_{1,1}}{\rho}+\frac{a'_{2,2}}{\rho^2}, & 2u'_{23}&=\frac{b'_{1,1}}{\rho'}+\frac{b'_{2,2}}{\rho^2},\\
2u_{31}&=\frac{a_{1,1}}{\rho}, & 2u'_{31}&=\frac{b_{1,1}}{\rho'},\\
2u_1&=a_{1,0}, & 2u'_1&=b_{1,0},\\
2u_2&=\frac{a'_{2,1}}{\rho}, & 2u'_2&=\frac{b_{2,1}}{\rho'},\\
2u_3&=a_{1,0}+\frac{a_{2,1}}{\rho}, & 2u'_2&=b_{10}+\frac{b'_{2,1}}{\rho'},\\
u_0&=a_{2,0}, & u'_0&=b_{2,0},
\end{aligned} \qquad \text{...(3)}$$

wo die mit b bezeichneten Coëfficienten aus den a-Coëfficienten nach dem Transformationsschema (30) §. 2 gebildet werden.

Da nach dem Transformationsschema die Relation:

$$b'_{1,1} = a_{1,1}\sin\alpha + a'_{1,1}\cos\alpha, \quad \text{für} \quad b'_{1,1} = 0,$$

$$\tan g\,\alpha = -\frac{a'_{1,1}}{a_{1,1}} \qquad \ldots(4)$$

gibt, so existirt neben $a'_{1,1} \gtrless 0$ immerhin ein von Null verschiedener Vermittlungswinkel α, welcher das Verschwinden von $b'_{1,1}$ veranlasst. Hiedurch wird besagt, dass das Product $u_{12}u'_{12} = \frac{a'_{1,1}b'_{1,1}}{\rho\rho'}$ entweder schon von Natur aus verschwindet, oder erst mittelst eines passenden Werthes von α zum Verschwinden gebracht werden kann.

Im Fall $a'_{1,1} = 0$ hat man aus (1) die Hilfsflächengleichung

$$z(2a_{31}x + 2a_{32}y + u_{33}z + 2u_3) + [2u_1x + 2u_2y + u_0] = 0. \qquad \ldots(5)$$

Im Falle $a'_{1,1} \gtrless$ kann mit dem Winkel aus (4) $b'_{1,1} = 0$ veranlasst werden, und dann ist die Gleichung der Hilfsfläche

$$z(2u'_{31}x + 2u'_{32}y + u'_{33}z + 2u'_3) + (2u'_1x + 2u'_2y + u'_0) = 0. \qquad \ldots(6)$$

In jedem dieser Fälle ist die Hilfsfläche im Allgemeinen ein hyperbolisches Paraboloïd, oder ein hyperbolischer oder parabolischer Cylinder und gelegentlich auch ein System von Ebenen. Immerhin ist es eine Fläche, welche sich durch Bewegung einer Geraden beschreiben lässt. Wenn $a_{2,2}$ und $a_{1,1}$ nicht verschwinden, so könnte man $\rho = -\frac{a_{1,1}}{a_{2,2}}$ setzen, und dadurch in (5) den Coëfficienten von z, nämlich u_{33}, zum Verschwinden bringen. In diesem Falle wäre für das Gebilde (5) die Richtung der Axe oz zur Richtung der Ebene xy conjugirt.

Um die descriptive Methode für die Darstellung des hyperbolischen Paraboloïds zu gewinnen, sei ganz allgemein:

$$\begin{aligned} w_s &= m_s x + n_s y + r_s z + g_s \\ w'_s &= m_s x' + n_s y' + r_s z' + g_s \\ w''_s &= m_s x'' + n_s y'' + r_s z'' + g_s \end{aligned} \qquad \ldots(7)$$

und die Gleichung

$$w_1 w_2 + w_3 = 0,$$

oder auch

$$(w_1 - 1)w_2 + (w_2 + w_3) = 0, \qquad \ldots(8)$$

charakterisiren diesfällig das hyperbolische Paraboloïd.

Zwei Punkte $(x'y'z')$, $(x''y''z'')$, welche den Gleichungen

$$w'_1 = w'_3 = w'_2 - q = 0,$$
$$w''_1 - 1 = w''_2 + w''_3 = w'_2 - q = 0, \qquad \ldots(9)$$

genügen, müssen ganz gewiss in der Fläche (8) enthalten sein. Wir wollen noch zeigen, dass auch die durch $(x'y'z')$ und $(x''y''z'')$ gelegte Gerade L_q mit ihren sämmtlichen Punkten in der Fläche (8) enthalten ist.

In der That erhält man aus den der L_q angehörigen Gleichungen

$$\frac{x - x'}{x'' - x'} = \frac{y - y'}{y'' - y'} = \frac{z - z'}{z'' - z'} = h = \text{bei gegebenem Punkte } (x\,y\,z) \text{ constant.} \qquad \ldots(10)$$

$$h = \frac{m_s(x - x') + n_s(y - y') + r_s(z - z')}{m_s(x'' - x') + n_s(y'' - y') + r_s(z'' - z')} = \frac{w_s - w'_s}{w''_s - w'_s},$$

und demgemäss für $s = 1, 2, 3$, wegen (9)

$$h = \frac{w_1}{1} = \frac{w_2 - q}{q - q} = \frac{w_3}{-q},$$

und auch

$$w_1 = h,\ w_2 = q,\ w_3 = -qh,$$

und hieraus unmittelbar

$$w_1 w_2 + w_3 = 0, \qquad \text{...(11)}$$

zum Beweise, dass L_q ganz in (8) enthalten ist.

Anstatt die Punktepaare $(x'y'z')$, $(x''y''z'')$ für jedesmaligen Werth von q nach (9) durch Rechnung zu suchen, kann man dies durch Zeichnung auf folgende Weise bewerkstelligen:

Man betrachte die Gleichungen

$$w_1 = w_3 = 0 \quad \dots\dots\dots\dots \quad l_0, \qquad \text{...(12)}$$

als analytische Darstellung der Leitlinie l_0, und ebenso die Gleichungen

$$w_1 - 1 = w_2 + w_3 = 0 \quad \dots\dots\dots \quad l_1, \qquad \text{...(13)}$$

als analytische Darstellung der zweiten Leitlinie l_1, so findet man ihre Projection auf die Ebenen xy, zx im Folgenden:

$$\begin{aligned}
&l_0,\ xy \ \dots \ (r_1 m_3)x + (r_1 n_3)y + (r_1 g_3) = 0,\\
&l_0,\ xz \ \dots \ (n_1 m_3)x + (n_1 r_3)z + (n_1 g_3) = 0,\\
&l_1,\ xy \ \dots \ [(r_1 m_2) + (r_1 m_3)]x + [(r_1 n_2) + (r_1 n_3)]y + [(r_1 g_2) + (r_1 g_3) + r_2 + r_3] = 0,\\
&l_1,\ xz \ \dots \ [(n_1 m_2) + (n_1 m_3)]x + [(n_1 r_2) + (n_1 r_3)]z + [(n_1 g_2) + (n_1 g_3) + n_2 + n_3] = 0,
\end{aligned} \qquad \text{...(14)}$$

wo die Ausdrücke der Form $(a_s b_t)$ nach der Relation

$$(a_s b_t) = a_s b_t - a_t b_s$$

zu deuten sind.

Die jedesmalige Ebene

$$E_q \dots w_2 - q = m_2 x + n_2 y + r_2 z + g_2 - q = 0 \qquad \text{...(15)}$$

ist in Bezug auf die Richtungen ihrer Spuren in xy und zx von q unabhängig, und liefert durch ihre Begegnung mit den constanten Leitlinien l_0, l_1 ein Punktepaar $(x'y'z')$, $(x''y''z'')$ und demgemäss eine Gerade Lq, welche das Punktepaar verbindet und mit ihren sämmtlichen Punkten in (8) enthalten ist. Die Fläche (8) ergibt sich als eine Aufeinanderfolge von solchen auf den Leitlinien l_0, l_1 gleitenden Geraden Lq, Lq', Lq'',... welche zur Richtebene $w_2 = 0$ parallel verbleiben. Die mit veränderlichem q aufgefasste Gerade Lq wird aus diesem Grunde die Erzeugende der Fläche (8) genannt.

In (8) könnte man auch

die Gerade $w_2 = w_3 = 0$ als Leitlinie l'_0 und die Gerade $w_2 - 1 = w_1 + w_3 = 0$ als Leitlinie l'_1 an-...(16) sehen, und dann die Ebene $w_1 - q = 0$ als die zugehörige Richtebene der Erzeugenden $L'q$ verwenden.

Vergleicht man unsere Fläche (6) mit (8), so erhält man die Relationen:

$$\begin{aligned}
w_1 &= 2u_{31}x + 2u_{32}y + u_{33}z + 2u_3 = a_{1,1}\rho x + a'_{22}y + (a_{1,1}\rho + a_{2,2})z + (a_{10}\rho^2 + a_{2,1}\rho) = 0,\\
w_2 &= z = 0,\\
w_3 &= 2u_1 x + 2u_2 y + u_0 = a_{1,0}\rho x + a'_{2,1}y + \rho a_{2,0} = 0,
\end{aligned} \qquad \text{...(17)}$$

und hieraus nach (14)

$$\begin{aligned}
&l_0,\ xy = \rho a_{1,0}x + a'_{2,1}y + \rho a_{2,0} = 0,\\
&l_0,\ zx = \rho(a_{10}a'_{22} - a_{11}a'_{21})x - (a_{1,1}\rho + a_{2,2})a'_{2,1}z + \rho[a_{2,0}a'_{22} - a'_{2,1}(a_{1,0}\rho + a_{2,1})] = 0,\\
&l_1,\ xy = [-a_{11}\rho + \rho a_{10}(a_{1,1}\rho + a_{2,2})]x + [a'_{2,1}(a_{11}\rho + a_{22}) - a'_{22}]y + [\rho(a_{11}\rho + a_{22})a_{2,0} - (a_{10}\rho^2 + a_{21}\rho - 1)] = 0,\\
&l_1,\ zx = \rho(a_{11}a'_{21} - a_{10}a'_{2,2})x + [a'_{2,1}(a_{1,1}\rho + a_{22}) - a'_{22}]z + [a'_{21}(a_{10}\rho^2 + a_{2,1}\rho - 1) - \rho a_{20}a'_{22}] = 0,\\
&E_q = z - q = 0.
\end{aligned} \qquad \text{...(18)}$$

Die Richtebene E_q ist hier stets parallel zur xy und projicirt jede Lage der erzeugenden L_q auf die Ebene zx in eine zur ox parallele Lage. Hat man einmal die Projectionen von l_0, l_1 bereits in der Zeichnung eingetragen, so kann man in xz ein System von zu ox parallelen Geraden annehmen, und dieselben als Projectionen der Erzeugenden auf xz ansehen. Hieraus erhält man unmittelbar die entsprechenden Projectionen von L_q auf die Ebene xy.

Die hier eingeleitete, für den Zeichner äusserst bequeme Erzeugung des hyperbolischen Paraboloïdes macht diese Fläche geeignet, ihre Begegnung mit der Hilfscurve sehr leicht darzustellen, und eben hiedurch die geförderte Lösung der gegebenen transcendenten Gleichung herbeizuführen. Dem eventuell möglichen Parallelismus zwischen den Ebenen $w_1 = 0$, $w_2 = 0$, $w_3 = 0$, kann man durch schickliche Wahl von ρ steuern, und hiedurch den Charakter der Hilfsfläche unverückbar festhalten. Liesse sich jedoch die Wahl des Werthes von ρ in der Weise veranlassen, dass hiedurch die Fläche (6) sich als Eine Ebene oder als ein Gebilde von zwei sich schneidenden Ebenen hinstellt, so wird man eine solche Hilfsfläche dem hyperbolischen Paraboloïd vorziehen, weil hiedurch die weitere Construction der verlangten Begegnungspunkte zwischen Hilfsfläche und Hilfslinie sich noch einfacher ergibt.

Einen solchen, für den Zeichner sehr günstigen Fall bietet die aufzulösende Gleichung:

$$\varphi + a_{2,0} + a_{21}\sin\varphi + a'_{21}\cos\varphi + a_{22}\sin^2\varphi = 0. \qquad \ldots(19)$$

In Folge der Substitution:

$$\cos\varphi = \frac{y}{\rho},\ \sin\varphi = \frac{z}{\rho},\ \varphi = x + z,$$

haben wir

$$x + z + a_{2,0} + a_{2,1}\frac{z}{\rho} + a'_{2,1}\frac{y}{\rho} + a_{22}\frac{z^2}{\rho^2} = 0.$$

Hieraus erhält man für $\rho = -a_{2,1}$ und $z^2 = {}^2 - y^2$

$$x + a_{2,0} - \frac{a'_{2,1}}{a_{2,1}}y + a_{22} - \frac{a_{22}}{a_{21}^2}y^2 = 0$$

oder

$$a_{2,2}y^2 - a_{2,1}^2 x + a'_{2,1}a_{2,1}y - a_{2,1}^2(a_{2,0} + a_{2,2}) = 0$$

und schliesslich:

$$\left[y + \frac{a_{2,1}a'_{21}}{2a_{2,2}}\right]^2 = \frac{a_{2,1}^2}{a_{22}}\left(x + \left[a_{2,0} + a_{2,2} + \frac{a'^2_{2,1}}{4a_{2,2}}\right]\right). \qquad \ldots(20)$$

Da hier nur der Fall $a_{2,1}a_{2,2} \gtrless 0$ gedacht werden kann, so erscheint in (26) als Hilfsgebilde eine Parabel, deren Begegnungspunkte mit der Cycloïde $y = -a_{2,1}\cos\varphi$, $x = \varphi + a_{2,1}\sin\varphi$ zum Wurzelsysteme der Gleichung (19) führen.

Zum Schlusse wollen wir noch einige specielle Fälle vornehmen, welche noch durch andere auf speciellen Anschauungen gegründete Mittel zur Auflösung gebracht werden können.

Von gleich in Anwendung zu bringenden Constructionsmitteln führen wir in Kürze folgende an:

1. Es lässt sich sehr leicht von einem gegebenen Punkte $(\xi\eta)$ aus, ein geradlinig geschnittener Papierstreifen, auf dessen Rand zwei Marken u, v in der Distanz $uv = \rho$ angebracht sind, in eine solche Lage bringen, dass der Streifen mit u in die Axe ox, mit v in den Umfang einer mit ρ beschriebenen Cycloïde $[y = \rho\cos\varphi,\ x = 1 - \rho\sin\varphi]$ einspiele, und gleichzeitig durch den Punkt $(\xi\eta)$ hindurchgehe;

2., 3.... Es ist eben so leicht von einem Punkte $(\xi\eta)$ aus, diejenigen Punkte einer mit ρ beschriebenen Cycloïde ausfindig zu machen, wo die zugehörige Berührende oder Normallinie der Cycloïde durch $(\xi\eta)$ hindurchgeht. ...(21)

Die drei Sorten von Cycloïdalpunktenbestimmung wollen wir zur Auflösung von entsprechenden speciellen Gleichungen benützen.

Ad 1. Schliesst der dem Wälzungswinkel entsprechende Cycloïdalradius ρ mit der Axe ox den Winkel ψ ein, so hat man offenbar $\varphi-\psi=\frac{1}{2}\pi$. Da der Voraussetzung gemäss der verlängerte Cycloïdalradius durch den gegebenen Punkt $\xi\eta$ hindurchgeht, so erhält man

$$\operatorname{tang}\psi=\operatorname{tang}\left(\varphi-\frac{\pi}{2}\right)=-\cot\varphi=\frac{y-\eta}{x-\xi},$$

wo (xy) einen dem Wälzungswinkel φ entsprechenden, in der Cycloïde liegenden Punkt andeutet. Für $y=\rho\cos\varphi$, $x=\varphi-\rho\sin\varphi$ erhält man:

$$-\operatorname{cotg.}\varphi=\frac{\rho\cos\varphi-\eta}{\varphi-\rho\sin\varphi-\xi},$$

oder die Gleichung

$$\varphi-\eta\operatorname{tang}\varphi-\xi=0, \qquad \text{...(22)}$$

welche, mit der Gleichung

$$\varphi+A\operatorname{tang}\varphi+B=0 \qquad \text{...(23)}$$

verglichen, für ξ und η die Werthe

$$\xi=-B,\ \eta=-A \qquad \text{...(24)}$$

liefert, und für beliebige Werthe von ρ gilt.

Eine Gleichung von der Gestalt (23) wird aufgelöst, indem man von dem in (24) bestimmten Punkte aus, nach 1. die entsprechenden Umfangspunkte einer beliebigen Cycloïde aufsucht, und die entsprechenden Werthe von φ bestimmt.

Ad 2. Ist ψ der Winkel, welchen eine zum Cycloïdalpunkte (xy) gehörige durch den Ausgangspunkt $(\xi\eta)$ gehende Berührende mit der Axe ox einschliesst, so hat man:

$$\operatorname{tang}\psi=\frac{y-\eta}{x-\xi}=\frac{dy}{dx}=\frac{-\rho\sin\varphi}{1-\rho\cos\varphi}=\frac{\rho\cos\varphi-\eta}{\varphi-\rho\sin\varphi-\xi},$$

und hieraus die Gleichung

$$\varphi+(\eta+1)\cot\varphi-\frac{(\eta+\rho^2)}{\rho}\operatorname{cosec}\varphi-\xi=0, \qquad \text{...(25)}$$

welche, mit der Gleichung

$$\varphi+P\cot\varphi+Q\operatorname{cosec}\varphi+R=0, \qquad \text{...(26)}$$

verglichen, die Werthe

$$\left.\begin{aligned}\xi&=-R,\\ \eta&=P-1,\\ \rho&=\frac{-Q\pm\sqrt{Q^2-4(P-1)}}{2}\end{aligned}\right\} \qquad \text{...(27)}$$

liefert.

Die Gleichung (26) wird aufgelöst, wenn von dem in (27) bestimmten Punkte $(\xi\eta)$ aus, an die ebenfalls in (27) bestimmte Cycloïde alle möglichen Tangenten legt, und zu den Berührungspunkten die zugehörigen Wälzungswinkel bestimmt.

Ad 3. Ist ψ der Winkel, welchen eine zum Cycloïdalpunkte (xy) gehörige, durch $(\xi\eta)$ gehende Normalgerade mit der Axe ox einschliesst, so hat man:

$$\operatorname{tang}\psi=\frac{y-\eta}{x-\xi}=-\frac{dx}{dy}=\frac{1-\rho\cos\varphi}{\rho\sin\varphi}=\frac{\rho\cos\varphi-\eta}{\varphi-\rho\sin\varphi-\xi},$$

und hieraus die Gleichung

$$(\varphi-\xi)[\rho\cot\varphi-\operatorname{cosec}\varphi]+\rho(1-\eta)=0, \qquad \text{...(28)}$$

welche, mit der Gleichung

$$(\varphi+P)(Q\cot\varphi+R\operatorname{cosec}\varphi)+T=0 \qquad \text{...(29)}$$

verglichen, die Werthe:

$$\xi = -P,\ \eta = 1 - \frac{T}{Q},\ \rho = -\frac{Q}{R} \qquad \text{...(30)}$$

liefert.

Eine Gleichung vom Typus (29) wird aufgelöst, wenn man, von dem in (30) bestimmten Punkte $(\xi\eta)$ aus, an die ebenfalls in (30) bestimmte Cycloïde alle möglichen Normalgeraden legt, und zu den normalgetroffenen Punkten die entsprechenden Wälzungswinkel φ als Bogenzahlen berechnet.

Die Gleichung

$$\varphi + B\sin\varphi = B_0 + B_1\cos\varphi + B_2\cos^2\varphi + \ldots + B_{n-1}\cos^{n-1}\varphi + B_n\cos^n\varphi, \qquad \text{...(31)}$$

geht in Folge Substitution

$$x = \varphi - \rho\sin\varphi,\ y = \rho\cos\varphi,\ \rho = -B$$

in folgende über:

$$x = B_0 - \frac{B_1}{B}y + \frac{B_2}{B^2}y^2 - \frac{B_3}{B^3}y^3 + \ldots + (-1)^n\frac{B_n}{B^n}y^n = f(y). \qquad \text{...(32)}$$

Durch successive Differentiation erhält man:

$$\begin{aligned} x_1 &= f\ (y) \\ x_2 &= f_1(y) \\ x &= f_2(y) \\ x_{n-2} &= f_{n-2}(y) = a + by + cy^2, \end{aligned} \qquad \text{...(33)}$$

wo

$$a = (-1)^{n-2}(n-2)!\,\frac{B_{n-2}}{B^{n-2}},\ b = (-1)^{n-1}\binom{n-1}{n-2}(n-2)!\,\frac{B_{n-1}}{B^{n-1}};\ c = (-1)^n\binom{n}{n-2}(n-2)!\,\frac{B_n}{B^n}.$$

Die letzte Gleichung in (33) ist eine gewöhnliche Parabel. Von dieser ausgehend, stelle man mit dem Integrator die aufeinanderfolgenden Integralcurven durch Zeichnung dar, so gelangt man endlich zur Darstellung der letzten Parabel der $n$ten Ordnung in (32), deren Begegnungspunkte mit der Cycloïde solche x-Werthe liefern, deren entsprechende Wälzungsbogenzahlen die reellen Wurzeln der Gleichung (31) ausmachen.

Es sei überhaupt

$$f(x, y, z) = 0 \qquad \text{...(34)}$$

ein in der descriptiven Geometrie leicht darstellbares Gebilde, so erhalten wir mittelst Substitution

$$x = \varphi - \rho\sin\varphi,\ y = \rho\cos\varphi,\ z = \rho\sin\varphi,$$

aus (34) die Gleichung

$$f[(\varphi - \rho\sin\varphi),\ \rho\cos\varphi,\ \rho\sin\varphi] = F(\varphi,\ \sin\varphi,\ \cos\varphi) = 0 \qquad \text{...(35)}$$

welche für ein beliebig angenommenes reelle ρ eine transcendente Gleichung ist, welche mit Hilfe der Begegnungspunkte zwischen dem Gebilde (34), dem Cycloïdalcylinder und dem Kreiscylinder $x^2 + y^2 = \rho^2$ zur Auflösung gebracht werden kann.

Hieraus sieht man, dass die Erweiterung des Gebietes der constructiven Darstellung von räumlichen Gebilden eine eben so grosse Bereicherung des Gebietes von auflösbaren Classen transcendenter Gleichungen begründet.

Schliesslich mögen noch einige Beispiele zur Auflösung vorbereitet, und dann in betreffenden Figuren zur Anschauung gebracht werden.

Im ersten Beispiele nehmen wir an

$$\begin{aligned} &A_0 = 5,\ a_{1,0} = -132,\ a_{1,1} = -40,\ a'_{1,1} = 104, \\ &a_{2,0} = 836,\ a_{2,1} = 528,\ a'_{2,1} = -912,\ a_{2,2} = 0,\ a'_{2,2} = -416. \end{aligned} \qquad \text{...(36)}$$

Für diesen Fall haben wir nach (19) und (24) §. 2

$$2u_{3,1} = \frac{2A_0\rho + a_{1,1}}{\rho} = 0, \quad \rho = 4,$$

und demgemäss

$$u_{11} = 5, \quad u_{22} = 10, \quad u_{33} = 5, \; 2u_{12} = 26, \; 2u_{23} = 0,$$
$$2u_{31} = 0, \; 2u_1 = -132, \; 2u_2 = -228, \; 2u_3 = 0, \quad u_0 = 676,$$

hiemit als Gleichung der Hilfsfläche:

$$5x^2 + 10y^2 + 5z^2 + 26xy - 132x - 228y + 676 = 0,$$

oder wegen

$$5z^2 = 5(\rho^2 - y^2) = 80 - 5y^2,$$

die Gleichung

$$5x^2 + 5y^2 + 26xy - 132x - 228y + 756 = 0, \qquad \text{...(37)}$$

welche auf eine hyperbolische verticale Cylinderfläche hindeutet.

Für den Mittelpunkt $(\xi\eta)$ in (37) ergibt sich $\xi = 8$, $\eta = 2$.

Bezieht man die Gleichung auf ein Axensystem $x'o'y'$, welches seinen Ursprung im Centrum $(\xi\eta)$ hat, und dessen Axe $o'x'$ mit der Axe ox den Winkel $\gamma = -45°$ einschliesst, so erhält man aus (37) die entsprechende transformirte Gleichung im Folgenden:

$$\left(\frac{x}{3}\right)^2 - \left(\frac{y}{2}\right)^2 = 0, \qquad \text{...(38)}$$

welche besagt, dass aus den Durchschnittspunkten der mit $\rho = 4$ beschriebenen Cycloïde mit den in (38) gegebenen, zwei sich schneidenden Geraden die sämmtlichen reellen Wurzeln der in (36) gegebenen Gleichung zum Vorschein kommen. (Siehe Fig. 3.)

Im zweiten Beispiele sei

$$A_0 = 13, \; a_{10} = -218, \; a_{11} = -130, \; a'_{11} = 50,$$
$$a_{2,0} = 1178, \; a_{21} = 1090, \; a'_{21} = -530, \; a_{22} = 0, \; a'_{22} = -250. \qquad \text{...(39)}$$

Hier hat man nach (19) und (24), §. 2:

$$2u_{3,1} = \frac{2A_0\rho + a_{11}}{\rho} = \frac{26\rho - 130}{\rho} = 0, \quad \rho = 5,$$

und demgemäss

$$u_{11} = 13, \quad u_{22} = 26, \quad u_{33} = 13, \; 2u_{12} = 10,$$
$$2u_{32} = 0, \; 2u_{31} = 0, \; 2u_1 = -218, \; 2u_2 = -106, \; 2u_3 = 0, \; u_0 = 528,$$

und somit als Gleichung der Hilfsfläche, sobald man $13z^2 = 13(25 - y^2)$ berücksichtigt

$$13x^2 + 13y^2 + 10xy - 218x - 106y + 853 = 0. \qquad \text{...(40)}$$

Bezieht man diese Gleichung auf ein neues Axensystem $x'o'y'$, wo o' das Centrum $\xi = 8$, $\eta = 1$ von (40) vorstellt, und die Axe ox' mit ox den Winkel $\gamma = -45°$ einschliesst, so erhält man schliesslich

$$\left(\frac{x}{3}\right)^2 + \left(\frac{y}{2}\right)^2 = 1, \qquad \text{...(41)}$$

woraus geschlossen wird, dass man aus dem Begegnungspunkte der in (41) bestimmten, am gehörigen Orte gezeichneten Ellipse mit der mittelst $\rho = 5$ beschriebenen Cycloïde, die sämmtlichen reellen Wurzeln der in (39) vorgelegten Gleichung zum Vorschein bringt. (Siehe Fig. 4.)

Im dritten Beispiele sei

$$A_0 = 1, \; a_{10} = 2, \; a_{1,1} = -10, \; a'_{1,1} = 8, \; a_{2,0} = 22,$$
$$a_{2,1} = -20, \; a'_{2,1} \;\; 20, \; a_{2,2} = 25, \; a'_{2,2} = -40. \qquad \text{...(42)}$$

Hieraus findet man nach (19) und (24) §. 3

$$2u_{31} = \frac{2A_0\rho + a_{11}}{\rho} = \frac{2\rho - 10}{\rho} = 0, \; \rho = 5,$$

und somit:

$$u_{11} = 1, \; u_{22} = 1, \; u_{33} = 1, \; 2u_{12} = \frac{8}{5}, \; 2u_{23} = 0,$$

$$2u_{31} = 0, \; 2u_1 = 2, \; 2u_2 = 4, \; 2u_3 = -2, \; u_0 = -3.$$

Hieraus ergibt sich als Gleichung der Hilfsfläche

$$x^2 + y^2 + z^2 + \frac{8}{5}xy + 2x + 4y - 2z - 3 = 0, \qquad \text{...(43)}$$

welche offenbar ein Ellipsoid vorstellt, das parallel zur zx-Ebene in lauter Kreislinien geschnitten wird, und ihren Mittelpunkt $(\xi\eta\zeta)$ aus den Gleichungen

$$x + \frac{4}{5}y + 1 = \frac{4}{5}x + y + 2 = z - 1 = 0, \qquad \text{...(44)}$$

und den Werthangaben

$$\xi = \frac{5}{3}, \; \eta = -\frac{10}{3}, \; \zeta = 1 \qquad \text{...(45)}$$

bezieht.

Die Projection der Leitlinie auf die Ebene xy erhält man nach (31), §. 3

$$x^2 + y^2 + \frac{8}{5}xy + 2x + 4y - 4 = 0, \qquad \text{...(46)}$$

als eine Ellipse mit dem Centrum

$$\xi = \frac{5}{3}, \; \eta = -\frac{10}{3},$$

welches offenbar die horizontale Projection des in (45) gegebenen Mittelpunktes der Ellipsoide (43) vorstellt.

Nach (27) §. 3 erhält man die Mittelpunktslinie der zur zx parallelen Kreisschnitte durch die Gleichungen

$$x + \frac{4}{5}y + 1 = 0, \; \zeta - 1 = 0, \qquad \text{...(47)}$$

bestimmt.

Bezieht man die Leitlinie (44) auf ein Axensystem $x'o'y'$, wo o' in ihrem Centrum

$$\xi = \frac{5}{3}, \; \eta = -\frac{10}{3}$$

liegt, und die Axen

$$o'x' \,|\, ox, \; o'y' \,|\, [x + \frac{4}{5}y + 1 = 0]$$

sich erweisen, so erhält man aus (46) folgende transformirte Gleichung:

$$\left(\frac{x}{3}\right)^2 + \left(\frac{y}{\sqrt{41}}\right)^2 = 1, \qquad \text{...(48)}$$

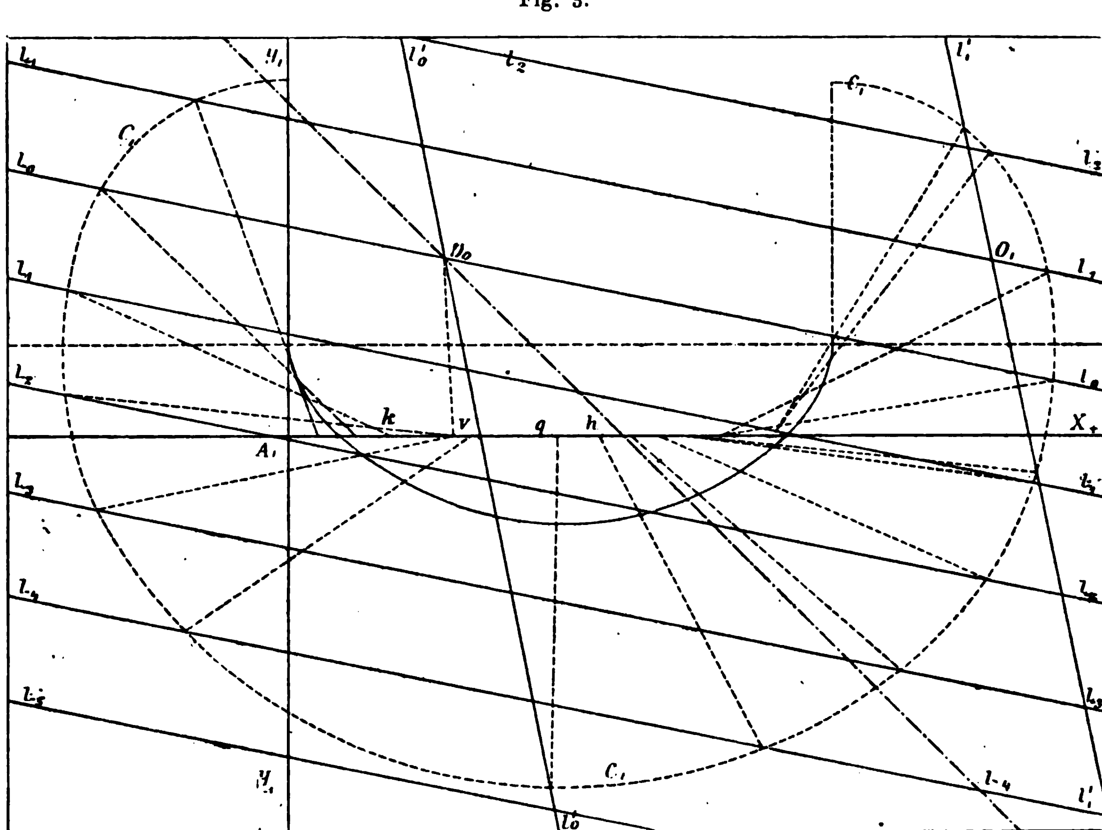
wodurch eine mit Bezug auf ihre conjugirten Axenrichtungen $o'x'$, $o'y'$ leicht construirbare Ellipse gegeben ist. Hat man diese eine Ellipse vorstellende Leitlinie am gehörigen Orte bereits gezeichnet, so stellt jede ihrer zur $o'x$ parallelen Sehnen geradezu die Länge des dem zugehörigen Kreisschnitte entsprechenden Durchmessers.

Auf Grund der hier ausgemittelten Angaben war es sehr leicht, mit Hilfe der descriptiven Geometrie in den Figuren 5, 6 die Begegnungspunkte zwischen dem Ellipsoid (43) und den Cylinderflächen

$$x^2 + y^2 = 25, \; [x = 1 - 5\sin\varphi, \; y = 5\cos\varphi],$$

unter Einhaltung der Bedingung $x+z=\varphi$ zu bestimmen, und die den Begegnungspunkten entsprechenden Wälzungsbogenzahlen abzuleiten, welche eben die sämmtlichen reellen der in (42) vorgelegten Gleichung angehörigen Wurzeln ausmachen.

Fig. 3.



In der Fig. 3 haben wir dem ersten Beispiele gemäss von der mit $\rho=4$ zu beschreibenden Cycloïdallinie blos die Einzelncycloïde eingetragen; es fehlen somit die Vorangehenden C_0, C_{-1}, C_{-2}, $C_{-3}\ldots$ und die nachfolgenden C_2, C_3, C_4, $C_5\ldots$ Das für dieses Beispiel gefundene zweite Hilfsgebilde ist ein Paar von, durch die Gleichung in (38) bestimmten Geraden l_0, l'_0, welche in der Figur vom Punkte $O_0(\xi=8, \eta=2)$ auslaufend in der gehörigen Richtung eingezeichnet sind. Durch Verschiebung dieses Linienpaares längs der Centralaxe A_1X gelangt es in die einen constanten Abstand 2π beurkundenden Lagen $\ldots l_{-4}$, l'_{-4}; l_{-3}, l'_{-3}; l_{-2}, l'_{-2}; l_{-1}, l'_{-1}; l_0, l'_0; l_1, l'_1; l_2, l'_2; l_3, $l'_3\ldots$ Mit x_s und (x_s) bezeichnen wir die auf der Axe A_1X gemessenen Abstände des Punktes A_1 von den sogenannten Cycloïdalcentren derjenigen Punkte, in welchen die Einzelncycloïde C_1 von der Hilfslinie l_s geschnitten ist. Ebenso werden die Bezeichnungen x'_s, (x'_s) gedeutet in Bezug auf die Hilfslinie l'_s. Die ersichtlichen Klammerfassungen haben zu erinnern, dass von den zwei möglichen Durchschnittspunkten der Cycloïde mit der Hilfslinie der linksstehende mit der Klammerfassung ausgezeichnet ist. So erscheint beispielsweise:

$$A_1h=x_{-4},\ A_1q=x'_0,\ A_1k=(x_{-1})\ldots$$

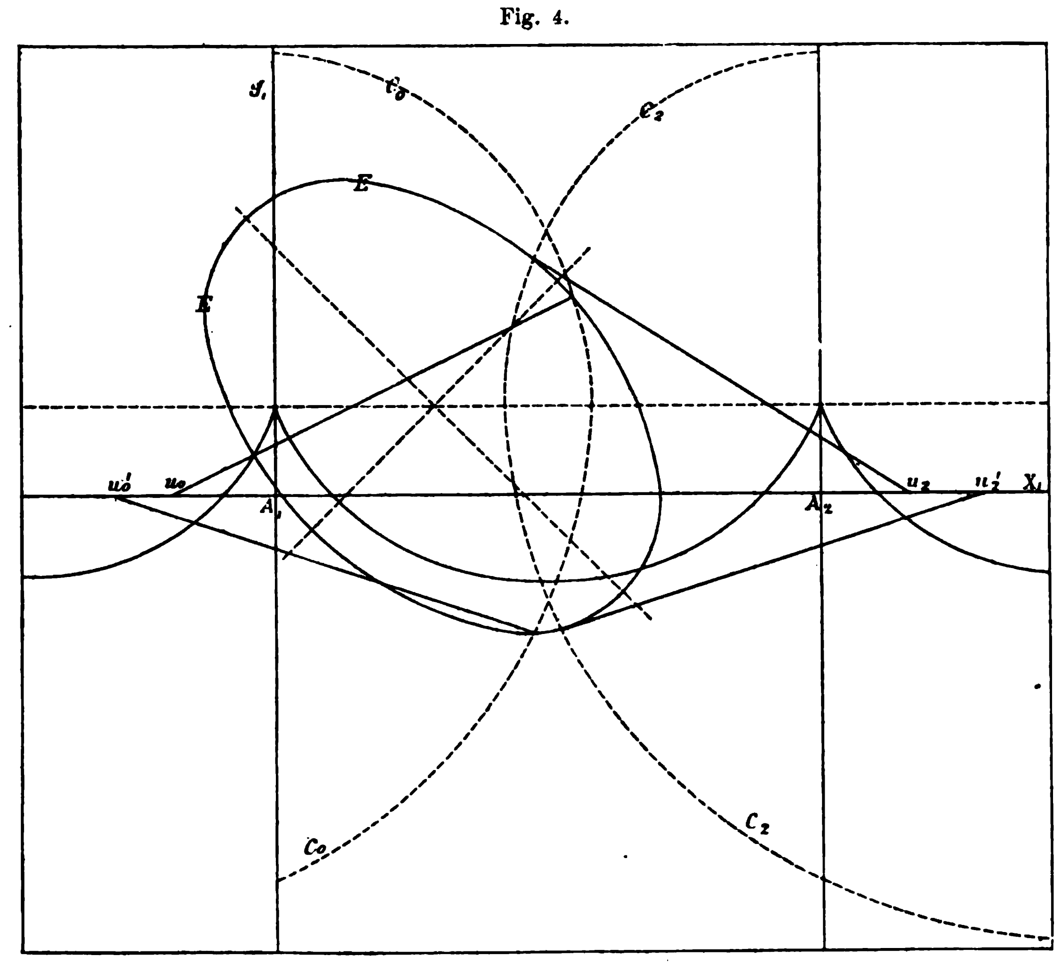
Aus der Erklärung folgt, dass etwa x_s der Begegnung der Cycloïde C_1 mit l_s entspricht. Durch Zurückschiebung um die Länge $s.2\pi$ erscheint dieser Abstand entsprechend der Begegnung der Cycloïde $C_{-(s-1)}$ mit der Hilfsgeraden l_0 und der entsprechende Abrollungsbogen φ_s wird demgemäss die Länge $(-s+1)2\pi+x_3$ besitzen. Der Bewegung des Uhrzeigers folgend, bemerken wir an der Cycloïde C_1 sechzehn Durchschnittspunkte, deren jedem in obigem Sinne je ein Abrollungsbogen φ entspricht.

Der eben erwähnten Reihenfolge gemäss erhalten wir:

$$\begin{array}{llll}
\varphi_1'=(-1+1)2\pi+x_1' & (\varphi_1')=(-1+1)2\pi+(x_1') & \varphi_{-4}=\ (4+1)2\pi+\ x_{-4} & (\varphi_{-2})=\ (2+1)2\pi+(x_{-2}) \\
\varphi_2=(-2+1)2\pi+x_2 & \varphi_{-1}=\ (1+1)2\pi+x_{-1} & (\varphi_0)=(-0+1)2\pi+\ (x_0) & (\varphi_{-1})=\ (1+1)2\pi+(x_{-1}) \\
\varphi_1=(-1+1)2\pi+x_1 & \varphi_{-2}=\ (2+1)2\pi+x_{-2} & (\varphi_{-4})=\ (4+1)2\pi+(x_{-4}) & (\varphi_0)=(-0+1)2\pi+\ (x_0) \\
\varphi_0=(-0+1)2\pi+x_0 & \varphi_{-3}=\ (3+1)2\pi+x_{-3} & (\varphi_{-3})=\ (3+1)2\pi+(x_{-3}) & (\varphi_1)=(-1+1)2\pi+\ (x_1).
\end{array}$$

Das System der hier vorgeführten Abrollungsbögen macht eben das der Gleichung (36) entsprechende Wurzelsystem aus.

Fig. 4.



In dieser Figur haben wir den für die Gleichung (39) gemachten Vorbereitungen gemäss, von der mit $\rho=5$ zu beschreibenden Cycloïdallinie blos die erforderlichen Partien der Einzelncycloïden C_0 und C_2 eingetragen. Die in (41) bestimmte Ellipse haben wir als zweite Hilfslinie in gehöriger Lage gezeichnet, und mit dem Buchstaben E charakterisirt. Aus der Figur ist unmittelbar ersichtlich, dass die Ellipse E blos von den Einzelncycloïden C_0 und C_2 getroffen werden kann. Die vier hier möglichen Begegnungspunkte zwischen der Ellipse und den Partialcycloïden C_0, C_2 führen mittelst dem Cycloïdalradius $\rho=5$ zu den entsprechenden Cycloïdalcentren u_0', u_0, u_2, u_2', und veranlassen für die zur Auflösung vorgelegte Gleichung (39) folgendes complette reelle Wurzelsystem.

$$\varphi_0'=2\pi-\overline{u_0'A_1},$$
$$\varphi_0=2\pi-\overline{u_0A_1},$$
$$\varphi_2=4\pi+\overline{A_2u_2},$$
$$\varphi_2'=4\pi+\overline{A_2u_2'}.$$

Für die Gleichung (42) ersieht man aus der Vorbereitung, dass ihre Wurzeln sich ergeben aus den Durchdringungspunkten des zu $\rho=5$ gehörigen Kreiscylinders $[z^2+y^2=\rho^2]$; des Cycloïdalcylinders, dessen Basis-

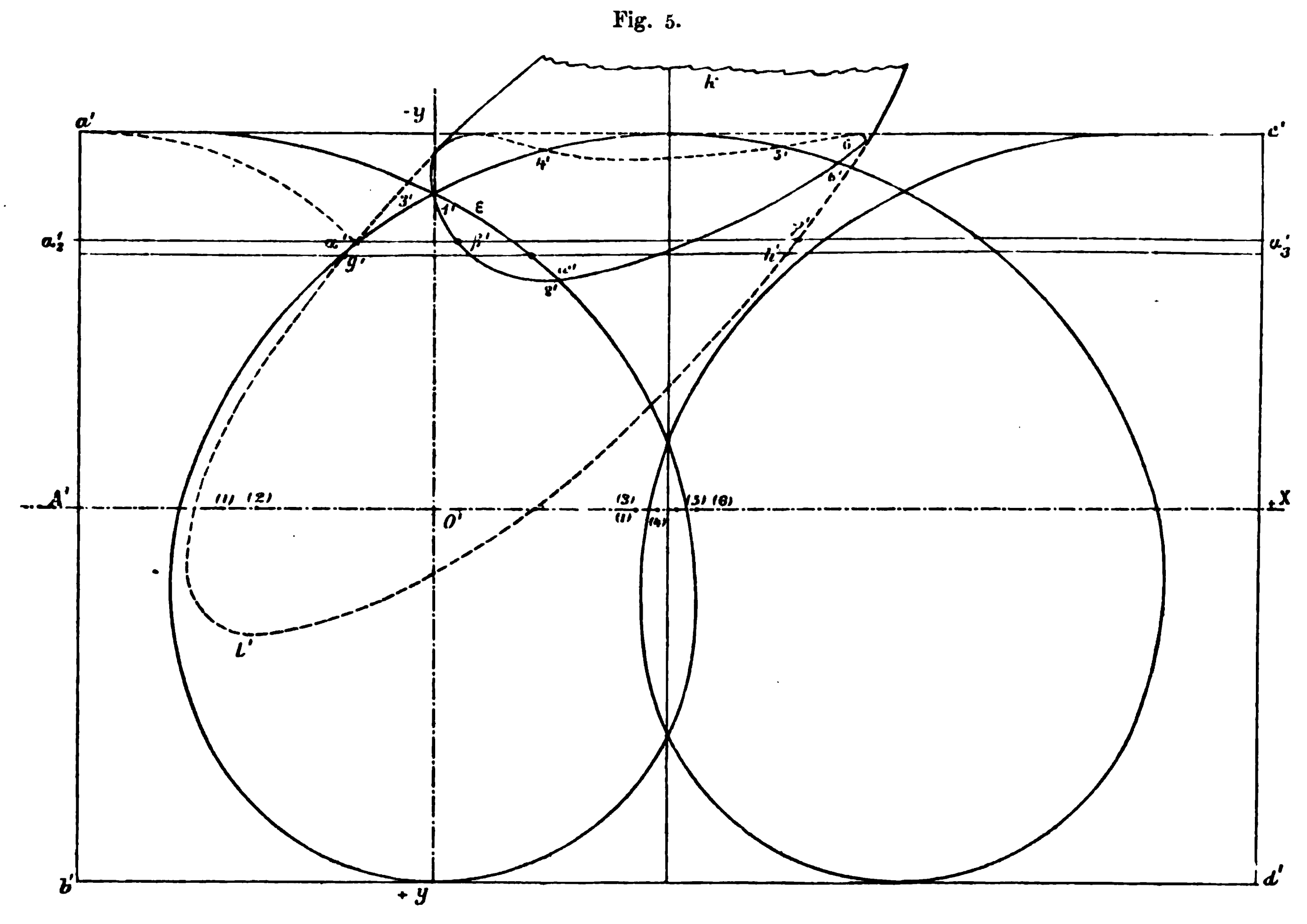
cycloïde ebenfalls mit dem Radius $\rho = 5$ beschrieben ist, und eines dreiaxigen Ellipsoides, welches erzeugt wird durch Bewegung eines veränderlichen zur xz-Ebene parallelen Kreises, dessen Durchmesser in jeder Lage eine Sehne bildet der in (48) bestimmten Leitlinie, welche als eine horizontale auf die conjugirten Axenrichtungen

$$o'x' \parallel ox,\ o'y' \parallel \left[x + \frac{4}{5}y + 1 = 0\right]$$

bezogene Ellipse sich hinstellt.

Die zugehörige Darstellung ist hauptsächlich in zwei Projectionen durchgeführt, nämlich: in der Grundrissprojection Fig. 5 in der Ebene xy, und in der Aufrissprojection Fig. 6 in der Ebene xz.

Fig. 5.



In Fig. 5 ist die mit $\rho = 5$ beschriebene Cycloïde die Basis des Cycloïdalcylinders, der Kreiscylinder erscheint hier als Rechteck $a'b'c'd'$ mit dem umgelegten zu $\rho = 5$ gehörigen Basisbogen $\widehat{a'a}$. Die hier in Verwendung genommene Partie der Leitlinie (48) ist hier in natürlicher Gestalt als eine punktirte Ellipsenpartie gegeben, mit dem Centrum in w' und den Halbaxen $w'l' = \sqrt{41}$, und $w'g' = w'h' = 3$.

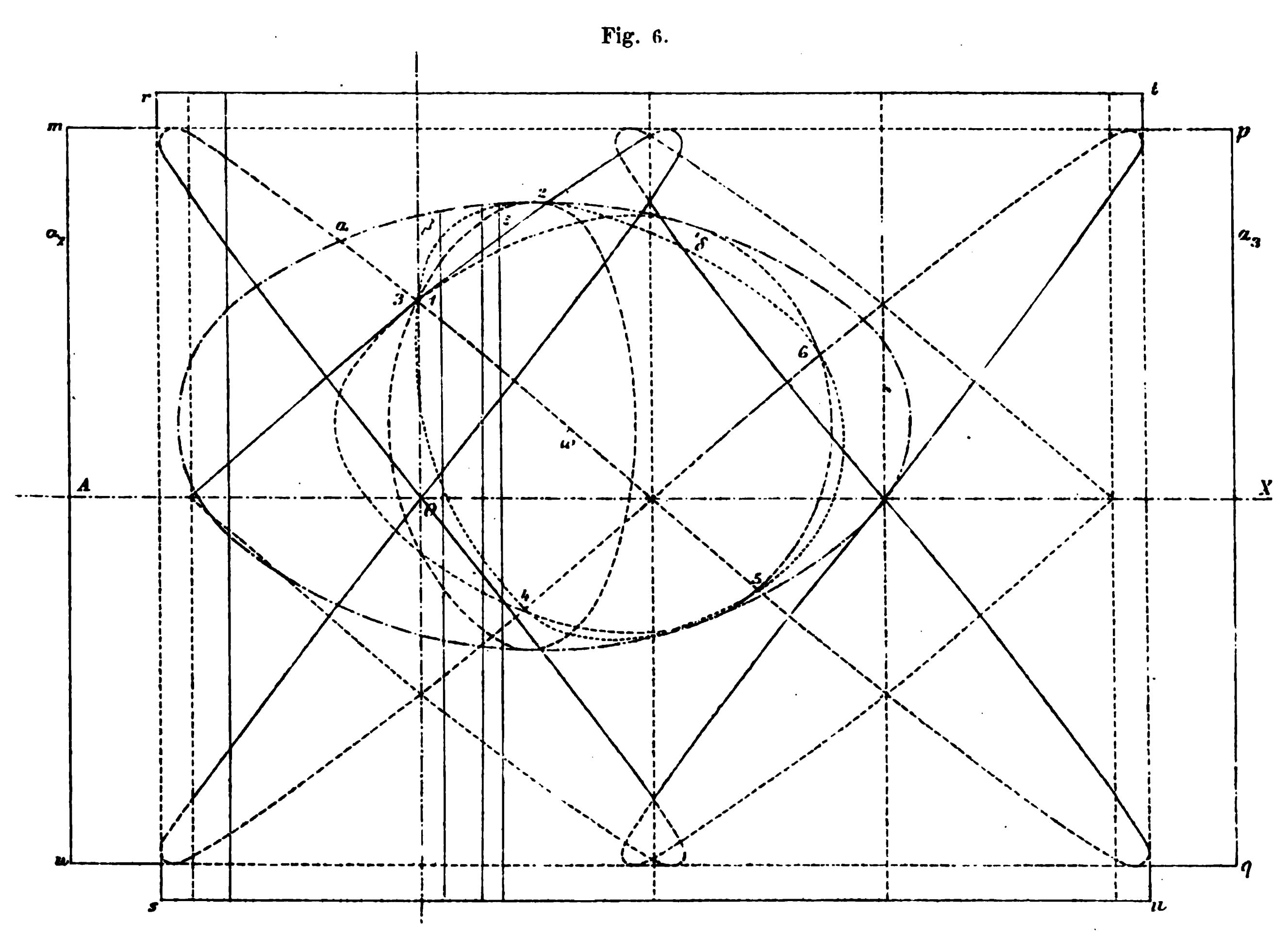
In Fig. 6 haben wir in *rstu* die Aufrissprojection des Cycloïdalcylinders, und in *mupq* die Aufrissprojection des Kreiscylinders. Die doppelt gestrichelte Ellipse bildet die Contour des Ellipsoïdes.

Bei der Bestimmung der Durchdringungslinien zwischen oberwähnten Flächen wurde folgendermassen verfahren:

Eine Erzeugende des Kreiscylinders etwa $\alpha_2'\alpha_3'$ (Fig. 5) schneidet jede Einzelncycloïde in zwei Punkten — sei nun α' einer von diesen Punkten. Die Aufrissprojection von $\alpha_2'\alpha_3'$ erscheint in $\alpha_2\alpha_3$ Fig. (6) in der Höhe $A\alpha_2 = \alpha_2'\alpha'$ über ox. Der Punkt α' auf $\alpha_2\alpha_3$ projicirt, gibt α als einen Punkt der Durchdringung zwischen den erwähnten Cylinderflächen. Auf diese Art verfahrend erhält man die im Aufriss ersichtlichen Sinusoidalcurven. Die Erzeugende $\alpha_2\alpha_3$ trifft auch den Kreisschnitt des Ellipsoïdes, dessen Grundrissprojection

in $\alpha'\gamma'$, in den Punkten β und δ. Wenn wir auf diese Weise andere und andere Erzeugende Geraden des Kreiscylinders vornehmen, und die zugehörigen Begegnungspunkte bestimmen, so gelangen wir zur Durchdringungscurve zwischen Kreis- und Cycloïdalcylinder (Sinusoidallinie) — und dann zur Durchdringung zwischen dem Kreiscylinder und Ellipsoid, in dem geschlossenen Zuge 1 2 3 4 5 6.

Fig. 6.



Die Punkte (1, 1'), (2, 2'), (3, 3'), (4, 4'), (5, 5'), (6, 6') sind in beiden Durchdringungscurven gemeinschaftlich. Sucht man zu jedem dieser Punkte mit $\rho = 5$ das entsprechende Cycloïdalcentrum, so erhält man die im Grundrisse ersichtlichen Punkte (1), (2), (3), (4), (5), (6), und demgemäss die Bogenzahlen als Segmente der Axe $o'x$:

$$\varphi_1 = o'(1),\ \varphi_2 = o'(2),\ \varphi_3 = o'(3),\ \varphi_4 = o'(4),\ \varphi_5 = o'(5),\ \varphi_6 = o'(6),$$

von welchen die zwei ersten φ_1 und φ_2 negativ aufzufassen sind.

Jeder von den sechs Durchdringungspunkten ist durch bestimmte Coordinaten x, y, z gegeben, welche man durch Messung aus den Projectionen entnehmen und im folgenden Täfelchen als Messungszahlen vereinigen kann:

	x	z	$x+z$	$x-z$	φ
1	0·0	2·60	2·60	−2·60	−2·60
2	+1·73	3·94	5·67	−2·21	−2·23
3	0·00	2·70	2·70	−2·70	+2·60
4	1·38	−1·46	−0·08	+2·84	+2·84
5	4·60	−1·22	3·38	+5·82	+3·39
6	5·40	+1·92	7·32	+3·48	+3·52

Aus diesem Täfelchen erhält man näherungsweise:

$$\left.\begin{array}{l}\varphi_1 = x - z,\\ \varphi_2 = x - z,\end{array}\right\} \varphi_3 = x + z = arc \measuredangle 148° - 40',$$

$$\left.\begin{array}{l}\varphi_4 = x - z,\\ \varphi_6 = x - z,\end{array}\right\} \varphi_5 = x + z = arc \measuredangle 194° - 10',$$

und ersieht, dass nur die Bogenzahlen φ_3 und φ_5 als die näherungsweise bestimmten Wurzeln der Gleichung (42) zu gelten haben.

Wenn man nach dem Newton'schen Verfahren die Näherungsmethode aufstellt, und die Bogenzahl φ_3, φ_5 als die Initialwerthe von φ ansieht, so findet man mittelst eines einmaligen Eingehens in die Näherungsrechnung folgende bis auf die Secunden richtigen Wurzeln der Gleichung (42)

$$\varphi_3 = 148° - 7' - 47 \cdot 3'',$$
$$\varphi_5 = 194° - 27' - 27 \cdot 6'',$$

zum Beweise, wie correct die graphische Constructionsmethode in der obigen Fig. 5, 6 gehandhabt wurde.

Die Bogenzahlen φ_1, φ_2, φ_4, φ_6 bilden das reelle Wurzelsystem einer zu (42) verwandten Gleichung, welche für $\rho = 5$ aus der Hilfsgleichung (43) hervorgeht, sobald man darin $x = \varphi - \rho \sin\varphi$, $y = \rho\cos\varphi$, $z = -\rho\sin\varphi$ substituirt. Thut man dies, so erhält man für diese Gleichung:

$$\begin{cases} A_0 = 1, a_{10} = 2, a_{11} = -10, a'_{11} = 8, \\ a_{20} = 22, a_{21} = 0, a'_{21} = 20, a_{22} = 25, a'_{22} = -40, \end{cases}$$

welche eben durch die gefundenen Bogenzahlen φ_1, φ_3, φ_4, φ_6 angenähert erfüllt wird.

Übrigens ist es geradezu nicht nothwendig, bei der Auflösung einer dieser Gleichungen gleichzeitig auch die Wurzeln der anderen Gleichung mitzuschleppen.

Da sowohl der Kreiscylinder als auch der Cycloïdencylinder gegen die Horizontalebene $x\,oy$ symmetrisch sind, so wird auch ihre Durchdringungslinie aus zwei in Bezug auf den Horizont symmetrischen Zweigen der Sinusoidallinie sich zusammensetzen, von denen der oberhalb xy-Ebene beginnende der Position $z = \rho\sin\varphi$, dagegen der unterhalb dem Horizont beginnende der Relation $z = -\rho\sin\varphi$ entspricht.

Bei der Vornahme einer bestimmten Gleichung zur Auflösung wird man blos den dieser Gleichung entsprechenden Sinusoidalzweig im Aufriss erzeugen und verwenden.

METEORITENSTUDIEN II.[1]

ÜBER DIE ORIENTIRUNG DER SCHNITTFLÄCHEN AN EISENMETEORITEN

MITTELST

DER WIDMANNSTÄDTEN'SCHEN FIGUREN.

VON

D^r. ARISTIDES BREZINA,

CUSTOS AM K. K. HOF-MINERALIENCABINETE.

(Mit 4 Tafeln und 11 Holzschnitten.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 31. MÄRZ 1881.)

Die eigenthümlichen Figuren, welche polirte, mit Säuren, insbesondere Salpetersäure, geätzte Schnittflächen der meisten Eisenmeteoriten zeigen, und welche durch Widmannstädten am Eisen von Hraschina (Agram) entdeckt wurden, verdanken bekanntlich ihre Entstehung einem schaligen Aufbaue nach den vier Flächenpaaren eines Oktaëders, längs welcher papierdünne, gegen Säuren widerstandsfähige Lamellen von Taenit oder Bandeisen von der Zusammensetzung Fe_6Ni die dickeren (meist $1-1\cdot5^{mm}$ dicken) Platten von Kamacit oder Balkeneisen (aus $Fe_{14}Ni$ oder ähnlichen Mischungen bestehend) einhüllen.

Dass die Lamellensysteme, welche die Widmannstädten'schen Figuren entstehen lassen, wirklich nach den Flächen eines Oktaëders gerichtet seien, wurde von der Zeit angefangen nicht mehr bezweifelt, wo es zum ersten Male ausgesprochen war; so viel ich finden kann, hat zuerst Schweigger[2] im Jahre 1813 die Vermuthung geäussert, dass die Widmannstädten'schen Figuren bei passend gerichteten Schnittflächen eine Gesetzmässigkeit erkennen lassen dürften; drei Jahre später hat Wollaston[3] am Meteoreisen von Bemdego die Beobachtung gemacht, dass dieses Eisen nach den Flächen des Oktaëders gebrochen werden könne, sowie dass die Verwitterung längs derselben Flächen in das Innere des Eisens eindringe; im selben Jahre, nur kurze Zeit nach der Beobachtung Wollaston's, fanden Schweigger und Leonhard nach des Ersteren Mittheilung[4] durch Messung der Winkel zwischen den Balkensystemen desselben Meteoreisens, dass auch die Widmannstädten'schen Figuren aus Durchschnitten von Lamellen parallel den Oktaëder- und Würfelflächen gebildet

[1] I. Brezina, Über die Reichenbach'schen Lamellen in Meteoreisen. Diese Denkschriften, Bd. XLIII, S. 13. 1881.
[2] Schweigger, Über Meteorsteine. Schweigger's Journal, Bd. VII, S. 173, 1813.
[3] Wollaston, Observations and experiments on the mass of native iron found in Brasil. Phil. Trans. for 1816, S. 281.
[4] Schweigger in Schweigger's Journal, Bd. XIX, S. 479, 1816.

seien, letzteres offenbar irrigerweise; denn da sie für die Winkel dreier oktaëdrischer Lamellensysteme durch Messung Winkel von 60° und 120° fanden, die Schnittfläche also einer vierten Oktaëderfläche nahe parallel ging, so müsste eine hexaëdrische Lamelle sehr nahe mit der Spur eines der ersteren drei Oktaëdersysteme zusammenfallen; es ist desshalb höchst wahrscheinlich, dass jene weiteren, als Würfellamellen gedeuteten, nachdem sie nahe senkrecht zu je einer der drei oktaëdrischen gerichtet waren, zum Theile der vierten, sehr flach einfallenden Oktaëderfläche angehört haben, zum Theile aber kurze undeutliche Rudimente der ersteren drei Lamellen gewesen sein mögen, wie ja solche insbesondere bei Eisen mit grösserer Balkenbreite sehr häufig auftreten; umsomehr, als Lamellen parallel den drei Höhenlinien des gleichseitigen Dreieckes bisher an keinem Meteoreisen weiter beobachtet sind.

Die Entstehung der Widmannstädten'schen Figuren aus oktaëdrischen Lamellen ist so evident, dass später keine zahlenmässigen Beweise dafür aufgesucht wurden; Rose [1] erwähnt nur beiläufig die Orientirung der Schnittfläche und Deutung ihrer Lamellenspuren an der grossen Elbogener Eisenmasse in der Wiener Sammlung, und Tschermak [2] bestimmt das krystallographische Zeichen einer Schnittfläche des Eisens von Ilimaë mit Hilfe dieser Lamellenspuren und weist nach, dass sich aus der so gefundenen Lage der Fläche die sonstigen Winkel (der Reichenbach'schen Lamellen und der Ätzlinien des Balkeneisens) in genügender Übereinstimmung mit der Messung berechnen lassen.

In der vorhergehenden Arbeit habe ich für eine Reihe von Schnittflächen die gegenseitige Lage und die relative Breite der oktaëdrischen Lamellensysteme berechnet und mit der Messung verglichen; hier will ich nun die Aufgabe im Allgemeinen lösen, eine jede Schnittfläche mit Hilfe der Widmannstädten'schen Figuren krystallonomisch zu bestimmen.

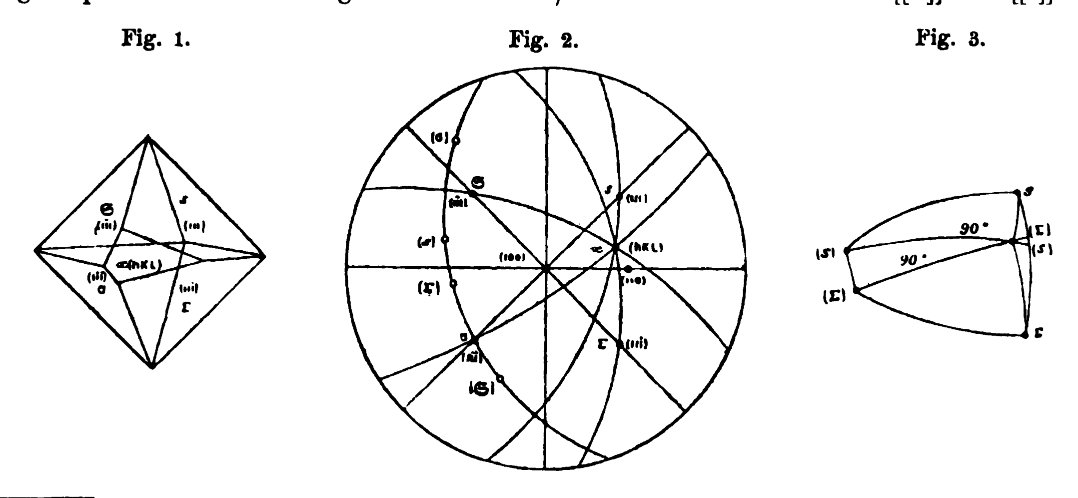
1. Winkel der Spuren der Oktaëderflächen auf einer beliebigen Fläche (hkl).

Der Winkel, den auf einer Fläche $x(hkl)$ Fig. 1 die Spuren zweier Oktaëderflächen, z. B. $s(111)$ und $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$ mit einander bilden, ist offenbar gleich dem Winkel der beiden Zonenaxen $[sx] = [(111)(hkl)]$ und $[x\mathfrak{S}] = [(hkl)(1\bar{1}1)]$.

Verzeichnen wir die Pole der Flächen s, $\mathfrak{S}$, $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$, $\Sigma(11\bar{1})$ und x in einer stereographischen Projection Fig. 2, so sind die mit $[\sigma]$, $[s]$, $[\Sigma]$ und $[\mathfrak{S}]$ bezeichneten Punkte die Pole der Zonen $[\sigma x]$, $[sx]$, $[\Sigma x]$ und $[\mathfrak{S}x]$; diese vier Pole liegen natürlicherweise selbst wieder in einer Zone, deren Pol x sein muss. Der Bogenabstand zweier solcher Zonenpole auf der Sphäre, z. B. $[s][\Sigma]$ ist dann gleich dem gleichliegenden Winkel der beiden Kanten sx und Σx.

Ebenso ist leicht einzusehen, dass dieser Bogenabstand $[s][\Sigma]$ dem Supplemente des Winkels $sx\Sigma$ im gleichnamigen sphärischen Dreiecke gleich sein müsse; denn bezeichnen wir mit $[[\Sigma]]$ und $[[s]]$ Fig. 3 die

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



[1] Rose, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten etc. Berl. Akad. Abhandl. 1863, S. 23.
[2] Tschermak, Ein Meteoreisen aus der Wüste Atacama. Diese Denkschriften, Bd. XXXI, S. 187. 1871.

Punkte, in denen die verlängerten Kreisbogen $[\Sigma]x$ und $[s]x$ den Bogen $s\Sigma$ treffen, so sind $s[s] = x[s] = x[\Sigma] = \Sigma[\Sigma] = 90°$, weil $[s]$ und $[\Sigma]$ die Pole der Zonen sx und $x\Sigma$ sind; aus demselben Grunde sind $[s]xs = sx[[s]] = [\Sigma]x\Sigma = \Sigma x[[\Sigma]] = 90°$; und weil x der Pol der Zone $[s][\Sigma]$, folgt auch $[s][\Sigma]x = x[s][\Sigma] = 90°$.

Aus der doppelten Rechtwinkeligkeit des Dreieckes $[s]x[\Sigma]$ folgt $[s][\Sigma] = [s]x[\Sigma]$; ferner ist $[s]x[\Sigma] = [[s]]x[[\Sigma]]$ als Gegenwinkel; somit wird

$$sx\Sigma = sx[[s]] - [[s]]x[[\Sigma]] + [[\Sigma]]x\Sigma = 90° - [s]x[\Sigma] + 90° = 180° - [s][\Sigma].$$

Diese Beziehungen sind namentlich dann von Wichtigkeit, wenn ein Meteoreisen mehrere geätzte Schnittflächen besitzt, und der Zusammenhang zwischen den Figuren der verschiedenen Flächen hergestellt werden soll.

Für die Berechnung des Winkels, den im tesseralen Krystallsysteme auf einer gegebenen Fläche (hkl) die Schnittlinien zweier Flächen (efg) und (mno) mit einander einschliessen, oder für den Winkel α der Zonenaxen $[(efg)\,(hkl)] = [pqr]$ zu $[(hkl)(mno)] = [uvw]$ besitzen wir drei Formeln:

Die Tangentenformel von Bravais [1]

$$1.\quad \operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}[pqr][uvw] = \frac{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{pu+qv+rw},$$

worin $[pqr]$ und $[uvw]$ die auf gewöhnliche Weise durch kreuzweise Multiplication und Substraction aus $(efg)\,(hkl)$, beziehungsweise $(hkl)\,(mno)$ berechneten Zonensymbole sind, und wobei (hkl) der Bedingung genügen muss:

$$2.\quad h = qw - rv\,;\quad k = ru - pw\,;\quad l = pv - qu\,,$$

das heisst, wenn die mittelst der Zonenregel

$$\begin{matrix} p\;q\;r\;p\;q\;r \\ \times\times\times \\ u\;v\;w\;u\;v\;w \end{matrix}$$

aus $[pqr]$ und $[uvw]$ zurückberechneten Indices der Fläche (hkl) einen gemeinschaftlichen Theiler haben, so darf durch denselben nicht abgekürzt werden, wogegen es gleichgiltig ist, ob, wenn eines der Symbole $[pqr]$ oder $[uvw]$ einen solchen besass, dadurch gekürzt wurde oder nicht, weil, wenn ein solcher vorhanden war, er sowohl in erster Potenz im Nenner von 1., als auch in (hkl), also unter dem Wurzelzeichen des Zählers, in zweiter Potenz erscheint, sich somit in Zähler und Nenner aufhebt.

Die Cosinus-Formel von Liebisch [2]

$$3.\quad \cos\alpha = \frac{pu+qv+rw}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}\sqrt{u^2+v^2+w^2}}$$

verlangt keine Rücksicht auf einen gemeinschaftlichen Theiler und ist um eine kreuzweise Multiplication und Subtraction kürzer (nämlich die zur Ermittlung des gemeinschaftlichen Theilers nothwendige Zurückberechnung von hkl), dagegen verlangt sie um einen Logarithmus mehr.

Eine andere Cosinus-Formel, von Tschermak, [3] ist in den ursprünglichen Flächenindices ausgedrückt:

$$4.\quad \cos\alpha = \frac{EM+FN+GO}{\sqrt{E^2+F^2+G^2}\sqrt{M^2+N^2+O^2}},$$

worin

$$\begin{aligned} 5.\quad E &= e(h^2+k^2+l^2) - h(he+kf+lg)\,; & M &= m(h^2+k^2+l^2) - h(hm+kn+lo) \\ F &= f(h^2+k^2+l^2) - k(he+kf+lg)\,; & N &= n(h^2+k^2+l^2) - k(hm+kn+lo) \\ G &= g(h^2+k^2+l^2) - l(he+kf+lg)\,; & O &= o(h^2+k^2+l^2) - l(hm+kn+lo). \end{aligned}$$

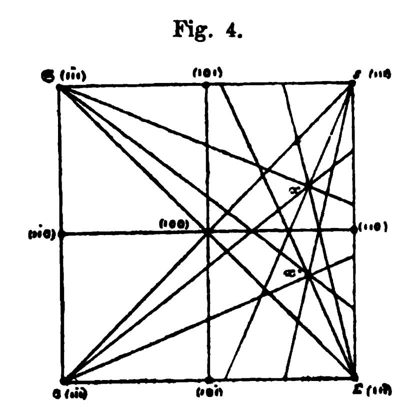
---

[1] Bravais, Études cristallographiques. Journ. Ec. polyt. Bd. XX, Cah. 34, S. 141. 1851.
[2] Liebisch, Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie. Zeitsch. f. Kryst. Bd. I, S. 144. 1877.
[3] Tschermak, Das Krystallgefüge des Eisens etc. Sitzungsb. d. Wiener Akad. Abth. 1, Bd. LXX, S. 455. 1874.

Man überzeugt sich leicht, dass für das praktische Rechnen die Bravais'sche Formel die weitaus bequemste ist; für die Discussion des Ganges der Winkel bei unbestimmt gelassenem (hkl) ist sie ihrer Einfachheit wegen von vorneherein geboten.

Wir haben nun, um für eine beliebige Fläche (hkl) die Winkel zwischen den Spuren der Oktaëderflächen zu finden, in die Gleichung 1. für (efg) und (mno) alle Combinationen der Flächen (111), $(1\bar{1}1)$, $(1\bar{1}\bar{1})$ und $(11\bar{1})$ einzusetzen.

Fig. 4.



Nehmen wir in der gnomonischen Projection Fig. 4, welche bei der vorwiegenden Verwendung von Zonen, Zonenaxen und deren gegenseitigen Winkeln am bequemsten ist, da sie erstere als Gerade darstellt, die gegebene Fläche $x(hkl)$ als im Raumtheile (100) (110) (111) gelegen an, und ziehen die Zonen sx, $\mathfrak{S}x$, σx und Σx, zu denen die betreffenden Kanten oder Oktaëderspuren senkrecht stehen, so sehen wir, dass dieselben in der Reihenfolge σx, $\mathfrak{S}x$, $\bar{\Sigma}x$ und sx aufeinanderfolgen, wenn Σx die rückwärtige Verlängerung von Σx oder die Zone zur Gegenfläche von Σ bedeutet — was natürlicherweise nur auf den Sinn des Fortschreitens in der Zone Bezug hat; wir bekommen somit, wenn wir zuerst die vier Winkel zwischen anliegenden Zonenaxen ansetzen, die Combinationen:

Tabelle I.

Signatur	Oktaëderflächen (efg)	Oktaëderflächen (mno)	Winkeltangente
$\sigma\,\mathfrak{S}$	$(1\bar{1}\bar{1})$	$(1\bar{1}1)$	$\tan\alpha_1 = \frac{h+k}{l^2+hk}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$
$\mathfrak{S}\,\Sigma$	$(1\bar{1}1)$	$(11\bar{1})$	$\tan\alpha_2 = \frac{k+l}{h^2+kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$
$\Sigma\, s$	$(11\bar{1})$	(111)	$\tan\alpha_3 = \frac{h-k}{hk-l^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$
$s\,\sigma$	(111)	$(1\bar{1}\bar{1})$	$\tan\alpha_4 = \frac{k-l}{h^2-kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$
$\sigma\,\Sigma$	$(1\bar{1}\bar{1})$	$(11\bar{1})$	$\tan\alpha_5 = \frac{h+l}{k^2+hl}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$
$s\,\mathfrak{S}$	(111)	$(1\bar{1}1)$	$\tan\alpha_6 = \frac{h-l}{hl-k^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2}$

Alle Winkel sind hiebei spitz angenommen, mit Ausnahme von α_6, der, wie wir sehen werden, einmal durch den Werth 90° hindurchgeht; die Summen $h+k$, $k+l$, etc. in den Zählern sind die durch Rückberechnung von (hkl) entstandenen gemeinschaftlichen Theiler.

Wir überzeugen uns leicht, dass es genügt, die Verhältnisse eines Raumachtundvierzigstels zu betrachten, also etwa des Raumes (100) (110) (111), wofür alle Indices positiv und $h>k>l$, weil sich die Verhältnisse dieses Raumes entweder symmetrisch oder identisch wiederholen; läge x' Fig. 4 im Raumtheile (100) (110) $(11\bar{1})$, so wäre es mit x bezüglich der Ebene (001) oder der Zone [(100) (110)] symmetrisch, und es müsste sich, wie auch die Figur veranschaulicht, die Vertheilung der Zonen von x' zu der von x wie Bild und Spiegelbild verhalten; es müssten also die gleichen Winkel, nur in entgegengesetzter Reihenfolge aneinanderliegen.

Dies zeigt sich auch aus den Formeln Tab. I; denn wenn x das Zeichen (hkl) hat, so ist x' $(hk\bar{l})$ und wir bekommen durch Negativsetzen von l die Winkel:

Tabelle II.

$\sigma\,\mathfrak{S}$	$\tan\alpha_1' = \frac{h+k}{l^2+hk}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan\alpha_1$	$\mathfrak{S}\,\sigma$
$\mathfrak{S}\,\Sigma$	$\tan\alpha_2' = \frac{k-l}{h^2-kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan\alpha_4$	$\sigma\,s$
$\Sigma\,s$	$\tan\alpha_3' = \frac{h-k}{hk-l^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan\alpha_3$	$s\,\Sigma$
$s\,\sigma$	$\tan\alpha_4' = \frac{k+l}{h^2+kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan\alpha_2$	$\Sigma\,\mathfrak{S}$

also dieselben Winkel in umgekehrter Reihenfolge; α_5 und α_6 brauchen wir natürlicherweise nicht mehr zu berechnen, da sie nur die Summen je zweier der vier ersteren sind.

Wir sehen auch aus Tabelle II, dass auf der neuen Schnittfläche $(hk\bar{l})$ von den Oktaëderspuren Winkel $\sigma\mathfrak{S}$, $\mathfrak{S}\Sigma$, Σs und $s\sigma$ gebildet werden, welche auf der früheren Schnittfläche (hkl) von den Spuren $\mathfrak{S}\sigma$, σs, $s\Sigma$ und $\Sigma\mathfrak{S}$ eingeschlossen werden.

Haben wir daher für eine Fläche (hkl) die von den Oktaëderspuren $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$, $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$, $s(111)$, $\Sigma(11\bar{1})$ mit einander gebildeten Winkel berechnet, so finden wir die Winkel, welche die entsprechenden Spuren auf $(hk\bar{l})$ einschliessen, wenn wir an die Stelle von $\mathfrak{S}$, σ, s, Σ in der berechneten Winkeltabelle $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$, $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$, $\Sigma(11\bar{1})$, $s(111)$ setzen; und wir sehen sofort, dass diese letzteren aus den ersteren auf dieselbe Weise hervorgehen, wie das Zeichen $(\bar{h}kl)$ der neuen Schnittfläche aus demjenigen (hkl) der alten hervorgegangen ist, nämlich durch Negativsetzen des Vorzeichens des dritten Index l.

Wäre x'' etwa im Raumtheile (100) $(1\bar{1}0)$ $(1\bar{1}\bar{1})$ gelegen, so wäre es mit x symmetrisch bezüglich einer quaternären, zu (100) senkrechten Symmetrieaxe oder bezüglich der combinirten Symmetrieebenen (011) und $(01\bar{1})$, sein Zeichen würde $(h\bar{k}\bar{l})$ und wir hätten

Tabelle III.

$\sigma\,\mathfrak{S}$	$\tan\alpha_1'' = -\frac{h-k}{hk-l^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan(180°-\alpha_3)$	$s\,\Sigma$
$\mathfrak{S}\,\Sigma$	$\tan\alpha_2'' = -\frac{k+l}{h^2+kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan(180°-\alpha_2)$	$\Sigma\,\mathfrak{S}$
$\Sigma\,s$	$\tan\alpha_3'' = -\frac{h+k}{l^2+hk}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan(180°-\alpha_1)$	$\mathfrak{S}\,\sigma$
$s\,\sigma$	$\tan\alpha_4'' = -\frac{k-l}{h^2-kl}\sqrt{h^2+k^2+l^2} = \tan(180°-\alpha_4)$	$\sigma\,s$

Also alle Winkel supplementär solchen des ersten Falles, welche in umgekehrter Reihenfolge geordnet sind, und da uns die Fig. 4 zeigt, dass die stumpfen Supplementärwinkel im entgegengesetzten Sinne aufeinanderfolgen, wie ihre spitzen, so ist die umgekehrte Folge der Supplemente gleich der directen der ursprünglichen Winkel.

Wir sehen wiederum, dass auf $(h\bar{k}\bar{l})$ die Spuren von $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$ $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ $s(111)$ und $\Sigma(11\bar{1})$ dieselben Winkel mit einander bilden, welche auf (hkl) von $\Sigma(11\bar{1})$ $s(111)$ $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$ eingeschlossen wurden; und ebenso können wir uns überzeugen, dass wenn in (hkl) eine Vertauschung der Indices vor sich geht, an allen Oktaëdersymbolen dieselbe Vertauschung vorgenommen werden muss, um jene Oktaëderflächen daraus zu erhalten, deren Spuren auf der Fläche (hkl) sich so verhalten, wie die Spuren der ursprünglichen Oktaëderflächen auf der neuen Schnittfläche.

Zwischen den sechs Winkeln $\alpha_1 \ldots \alpha_6$ finden die folgenden, mittelst der Tangentenformeln in Tabelle I verificirbaren Relationen statt:

$$6.\quad \begin{cases} \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4 = 180°; \quad \alpha_5 = \alpha_3+\alpha_4; \quad \alpha_6 = \alpha_2+\alpha_3, \\ \text{somit auch} \quad \alpha_1+\alpha_4+\alpha_6 = 180° = \alpha_1+\alpha_2+\alpha_5. \end{cases}$$

2. Untersuchung des Ganges der Schnittwinkel.

Die sechs Winkel $\alpha_1 \ldots \alpha_6$ wurden für eine grosse Anzahl von möglichst gleichmässig über den ganzen Raum vertheilten Flächen (hkl), nach Zonen mit constantem $\frac{k}{l}$ geordnet, berechnet und in die Tabelle IV (auf folgender Seite und am Schlusse des Aufsatzes) zusammengestellt, um aus den gemessenen Winkeln rasch die angenäherte Position der betreffenden Schnittfläche ermitteln zu können. Die Winkel α_1, α_2, α_3, α_4, α_5 und α_6 stehen in der 4., 7., 10., 13., 14. und 15. Colonne der Tabelle, während die erste Colonne das Zeichen (hkl) angibt. Von den Werthen der übrigen Colonnen wird weiter unten die Rede sein. Von den Winkeln α wurden α_1, α_2, α_4, α_5 und α_6 stets, α_3 zuweilen aus den Indices berechnet, und erstere mittelst der Relationen $\alpha_1+\alpha_2+\alpha_5 = 180°$, $\alpha_1+\alpha_4+\alpha_6 = 180°$ geprüft, sodann α_3 mittelst $\alpha_3 = \alpha_5 - \alpha_4$ entweder abgeleitet, oder wo es direct berechnet war, geprüft. So oft dabei irgend ein Fehler den Betrag einer Minute überstieg, wurde die Rechnung wiederholt, um etwa vorhandene grössere Fehler aufzufinden; dann wurden die Minuten auf Zehntel-Grade umgerechnet, nachdem die Erfahrung diess als hinreichend ergibt, da der Krystallbau der Meteoreisen niemals bis auf so kleine Grössen genau ist; es wurde desshalb auch die Prüfung der Decimalstelle in den Fällen unterlassen, wo der Winkel in die Mitte zwischen zwei um $0°1$ verschiedene Werthe fiel, so dass die Decimalstelle bis zu $0°2$ unsicher sein kann.

Die Betrachtung der Formeln in Tabelle I und des Verlaufes der Winkel α in Tabelle IV lässt folgende Gesetzmässigkeiten erkennen:

1. Die vier Winkel α_1, α_2, α_3 und α_4 liegen für jede im Dreiecke (100) (110) (111) gelegene Fläche (hkl), wofür also $h>k>l>0$, in der Reihenfolge α_1, α_2, α_3, α_4 aneinander. Diess leuchtet zwar durch Betrachtung der Projectionen Fig. 2 und Fig. 4 sofort ein (indem die vier Winkel α_1 bis α_4 innerhalb des genannten Raumes ihr Vorzeichen nicht ändern), doch mag noch ein anderer einfacher Beweis dafür angeführt werden.

Bekanntlich[1] liegen zwei Flächen (efg) und (mno) auf gleicher oder entgegengesetzter Seite einer Zone $[pqr]$, je nachdem die Summen

$$ep+fq+gr \quad \text{und} \quad mp+nq+or$$

gleiches oder entgegengesetztes Vorzeichen haben.

Stellen wir daher für jede der Oktaëderflächen (Köpfe der 2. bis 5. Verticalcolonne in Tabelle V) das Zeichen $[pqr]$ ihrer Zone zur Fläche (hkl) her (2. Horizontalreihe) und berechnen dann für die den seitlichen Eingang der Tabelle bildende Oktaëderfläche (efg) (1. Verticalcolonne) den Ausdruck $ep+fq+gr$, so finden wir mittelst der Bedingung $h>k>l>0$, dass alle solchen Summen innerhalb des betrachteten Raumtheiles, wofür $h>k>l>0$, ihr Zeichen nicht verändern, dass also in diesem ganzen Raumtheile die gegenseitige Lage der Oktaëderflächen bezüglich ihrer Zonen zu (hkl) dieselbe bleibt, somit auch eine Vertauschung zweier Winkel nicht vorkommen kann.

Tabelle V.

	(111)	$(1\bar{1}1)$	$(1\bar{1}\bar{1})$	$(11\bar{1})$
	$[l-k,\ h-l,\ k-h]$	$[-l-k,\ h-l,\ k+h]$	$[-l+k,\ -h-l,\ k+h]$	$[l+k,\ -h-l,\ k-h]$
$(1\bar{1}1)$	$2l-2h<0$	—	$2k+2h>0$	$2l+2k>0$
$(1\bar{1}\bar{1})$	$2l-2k<0$	$-2k-2h<0$	—	$2l+2h>0$
$(11\bar{1})$	$-2k+2h>0$	$-2l-2k<0$	$-2l-2h<0$	—
(111)	—	$-2l+2h>0$	$-2l+2k>0$	$2k-2h<0$

[1] v. Lang, Lehrbuch der Krystallographie. Wien 1866, S. 38.

Tabelle IV.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
(hkl)	$\nu=(1\bar{1}1)$		α_1	$\mathfrak{S}=(1\bar{1}1)$		α_2	$\Sigma=(11\bar{1})$		α_3	$s=(111)$		α_4	α_5	α_6
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
10 1 0	9339	1·0	84·8	9339	1·0	5·7	8909	1·1	83·7	8909	1·1	5·7	89·4	89·4
9 1 0	9346	1·0	84·3	9346	1·0	6·4	8867	1·1	82·9	8867	1·1	6·4	89·3	89·3
8 1 0	9372	1·0	83·6	9372	1·0	7·2	8835	1·1	82·0	8835	1·1	7·2	89·2	89·2
7 1 0	9404	1·0	82·9	9404	1·0	8·2	8792	1·2	80·6	8792	1·2	8·2	88·8	88·8
6 1 0	9446	1·0	82·0	9446	1·0	9·6	8735	1·2	78·8	8735	1·2	9·6	88·4	88·4
5 1 0	9501	1·0	80·7	9501	1·0	11·5	8655	1·2	76·2	8655	1·2	11·5	87·7	87·7
4 1 0	9578	1·0	79·0	9578	1·0	14·4	8537	1·3	72·2	8537	1·3	14·4	86·6	86·6
3 1 0	9689	1·0	76·7	9689	1·0	19·4	8345	1·4	64·6	8345	1·4	19·4	84·0	84·0
5 2 0	9765	1·0	75·1	9765	1·0	23·3	8203	1·4	58·2	8203	1·4	23·3	81·5	81·5
2 1 0	9850	1·0	73·4	9850	1·0	29·2	8010	1·5	48·2	8010	1·5	29·2	77·4	77·4
5 3 0	9913	1·0	72·2	9913	1·0	35·0	7856	1·6	37·9	7856	1·6	35·0	72·9	72·9
1·618 1 0	9923	1·0	72·0	9923	1·0	36·0	7832	1·6	36·0	7832	1·6	36·0	72·0	72·0
3 2 0	9943	1·0	71·6	9943	1·0	38·7	7775	1·6	31·0	7775	1·6	38·7	69·7	69·7
4 3 0	9970	1·0	71·1	9970	1·0	43·2	7699	1·7	22·6	7699	1·7	43·2	65·8	65·8
5 4 0	9982	1·0	70·9	9982	1·0	45·7	7666	1·7	17·7	7666	1·7	45·7	63·4	63·4
10 9 0	9996	1·0	70·6	9996	1·0	50·5	7627	1·7	8·5	7627	1·7	50·5	59·0	59·0
1 1 0	·0000	1·0	70·5	·0000	1·0	54·7	7614	1·7	0·0	7614	1·7	54·7	54·7	54·7
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
128·16 8 1	9264	1·0	86·6	9236	1·0	4·0	9000	1·1	86·2	8961	1·1	3·1	89·3	90·3
64 8 1	9397	1·0	83·7	9346	1·0	8·1	8877	1·1	81·9	8792	1·1	6·3	88·2	90·0
60 8 1	9432	1·0	83·3	9379	1·0	8·6	8861	1·1	81·4	8787	1·2	6·7	88·1	89·9
30 8 1	9639	1·0	78·5	9562	1·0	17·1	8610	1·3	70·7	8382	1·3	13·7	84·4	87·8
20 8 1	9801	1·0	75·1	9720	1·0	25·4	8395	1·4	58·4	7995	1·5	21·1	79·5	83·9
14·157 8 1	9926	1·0	72·5	9856	1·0	35·1	8207	1·5	41·8	7569	1·7	30·7	72·3	76·9
14 8 1	9930	1·0	72·4	9860	1·0	35·5	8201	1·5	41·1	7555	1·7	31·0	72·1	76·6
13·176 8 1	9946	1·0	72·0	9879	1·0	37·4	8173	1·5	37·4	7478	1·8	33·1	70·6	74·9
12·624 8 1	9957	1·0	71·7	9896	1·0	38·9	8157	1·5	34·7	7420	1·8	34·7	69·4	73·6
11·822 8 1	9972	1·0	71·5	9915	1·0	40·9	8154	1·5	30·6	7379	1·8	37·0	67·6	71·5
10 8 1	9996	1·0	70·7	9960	1·0	46·9	8097	1·5	18·0	7163	1·9	44·4	62·4	65·0
65 56 7	9999	1·0	70·5	9975	1·0	49·6	8093	1·6	12·2	7099	2·0	47·7	59·9	61·7
9 8 1	·0000	1·0	70·4	9980	1·0	50·7	8098	1·5	9·7	7078	2·0	49·2	58·9	60·4
8 8 1	9994	1·0	70·3	9994	1·0	54·8	8112	1·5	0·0	7017	2·0	54·8	54·8	54·8
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
40 4 1	9368	1·0	84·8	9280	1·0	7·2	8958	1·1	83·7	8827	1·1	4·3	88·0	90·9
32·122 4 1	9422	1·0	83·7	9318	1·0	8·9	8931	1·1	82·0	8750	1·2	5·4	87·4	90·9
20 4 1	9570	1·0	80·6	9430	1·0	14·2	8807	1·2	76·4	8497	1·3	8·8	85·2	90·6
16 4 1	9653	1·0	78·9	9498	1·0	17·6	8738	1·2	72·4	8322	1·4	11·1	83·5	90·0
14 4 1	9705	1·0	77·8	9544	1·0	20·0	8693	1·3	69·4	8192	1·4	12·8	82·2	89·4
10 4 1	9839	1·0	74·8	9673	1·0	27·5	8574	1·3	59·0	7775	1·6	18·7	77·7	86·5
8 4 1	9918	1·0	73·0	9765	1·0	33·5	8504	1·4	49·3	7418	1·8	24·2	73·5	82·8
7·7202 4 1	9929	1·0	72·7	9777	1·0	34·6	8495	1·4	47·4	7364	1·8	25·3	72·7	82·0
7 4 1	9955	1·0	72·0	9817	1·0	37·5	8472	1·4	42·1	7178	1·9	28·4	70·5	79·5
6·6533 4 1	9968	1·0	71·6	9837	1·0	39·1	8464	1·4	39·1	7084	1·9	30·3	69·3	78·1
6·1098 4 1	9984	1·0	71·2	9867	1·0	41·7	8455	1·4	33·6	6926	2·0	33·6	67·1	75·3
6 4 1	9987	1·0	71·1	9874	1·0	42·3	8454	1·4	32·3	6892	2·0	34·3	66·6	74·6
17 12 3	9993	1·0	70·7	9893	1·0	44·1	8452	1·4	28·3	6789	2·1	36·8	65·1	72·5
5·4051 4 1	9997	1·0	70·5	9907	1·0	45·7	8453	1·4	24·8	6692	2·1	39·0	63·8	70·5
5 4 1	·0000	1·0	70·2	9930	1·0	48·2	8460	1·4	18·8	6573	2·2	42·8	61·6	67·0
9 8 2	9995	1·0	69·9	9956	1·0	51·6	8480	1·4	10·2	6421	2·3	48·4	58·6	61·7
4 4 1	9978	1·0	69·7	9978	1·0	55·1	8517	1·4	0·0	6298	2·3	55·1	55·1	55·1
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
30 3 1	9382	1·0	84·8	9265	1·0	7·6	8979	1·1	83·8	8804	1·1	3·8	87·6	91·4
18·079 3 1	9526	1·0	81·9	9359	1·0	12·5	8896	1·2	79·2	8570	1.2	6·4	85·6	91·7
16 3 1	9568	1·0	81·0	9388	1·0	14·1	8869	1·2	77·5	8495	1·3	7·4	84·9	91·6
11 3 1	9711	1·0	78·0	9499	1·0	20·3	8779	1·2	70·7	8155	1·4	11·0	81·7	91·0
9 3 1	9791	1·0	76·3	9571	1·1	24·4	8728	1·3	65·6	7908	1·5	13·7	79·3	90·0
8 3 1	9838	1·0	75·2	9616	1·1	27·2	8700	1·3	61·9	7729	1·6	15·7	77·6	89·0
6·1231 3 1	9930	1·0	72·9	9724	1·1	34·2	8649	1·3	51·1	7242	1·9	21·8	72·9	85·3
6 3 1	9936	1·0	72·7	9732	1·0	34·8	8646	1·3	50·1	7199	1·9	22·4	72·5	84·9
5 3 1	9979	1·0	71·3	9795	1·0	40·2	8635	1·4	40·2	6795	2·1	28·3	68·5	80·4
9 6 2	9994	1·0	70·6	9845	1·0	43·4	8639	1·4	33·4	6546	2·2	32·5	65·9	76·8
4·4647 3 1	9995	1·0	70·6	9848	1·0	43·6	8640	1·4	32·9	6528	2·2	32·9	65·8	76·5
4 3 1	·0000	1·0	70·0	9885	1·0	47·0	8655	1·4	24·9	6270	2·4	38·1	63·0	71·9
3·8284 3 1	9999	1·0	69·8	9900	1·0	48·4	8664	1·4	21·4	6172	2·4	40·4	61·8	69·8
7 6 2	9992	1·0	69·4	9925	1·0	51·0	8689	1·4	13·9	5983	2·5	45·6	59·5	65·0
10 9 3	9984	1·0	69·3	9938	1·0	52·5	8705	1·3	9·6	5893	2·6	48·6	58·2	62·1
3 3 1	9962	1·0	69·1	9962	1·0	55·5	8746	1·3	0·0	5736	2·6	55·5	55·5	55·5
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
20 2 1	9410	1·0	84·7	9235	1·0	8·5	9076	1·1	83·9	8821	1·1	2·9	86·8	92·4
10 2 1	9633	1·0	80·3	9354	1·1	16·8	8947	1·2	76·9	8330	1·4	6·0	82·9	93·7
7·9849 2 1	9722	1·0	78·4	9414	1·1	20·7	8922	1·2	73·2	8095	1·5	7·7	80·9	93·9
7 2 1	9774	1·0	77·2	9454	1·1	23·4	8908	1·2	70·5	7914	1·5	8·9	79·4	93·9
5 2 1	9902	1·0	74·0	9575	1·1	31·3	8891	1·3	61·3	7296	1·8	13·4	74·7	92·6
4·5414 2 1	9932	1·0	73·1	9613	1·1	33·9	8893	1·3	57·9	7076	1·9	15·2	73·1	91·7
4 2 1	9965	1·0	71·9	9665	1·1	37·4	8902	1·3	52·6	6734	2·1	18·1	70·7	90·0
7 4 2	9990	1·0	70·7	9721	1·1	41·2	8922	1·3	46·1	6319	2·3	22·0	68·1	87·2
3·3029 2 1	9996	1·0	70·2	9744	1·1	42·8	8934	1·3	42·8	6122	2·4	24·1	67·0	85·7
3 2 1	·0000	1·0	69·5	9783	1·1	45·6	8939	1·3	36·8	5775	2·6	28·1	64·9	82·4
2·7693 2 1	9998	1.0	69·0	9813	1·0	47·6	8981	1·3	31·7	5497	2·8	31·7	63·4	79·3
8 6 3	9993	1·0	68·7	9827	1·0	48·9	8997	1·3	28·2	5326	2·9	34·2	62·4	77·0
5 4 2	9984	1·0	68·3	9850	1·0	50·6	9021	1·2	22·8	5079	3·1	38·3	61·1	73·4
7 6 3	9968	1·0	68·0	9873	1·0	52·5	9049	1·2	16·4	4823	3·3	43·2	59·6	68·9
2·3028 2 1	9966	1·0	67·9	9877	1·0	52·8	9055	1·2	15·1	4776	3·3	44·2	59·3	67·9
9 8 4	9959	1·0	67·8	9885	1·0	53·4	9065	1·2	12·8	4696	3·4	46·0	58·8	66·2
11 10 5	9952	1·0	67·7	9891	1·0	54·0	9074	1·2	10·4	4621	3·4	47·9	58·3	64·4
2 2 1	9918	1·0	67·4	9918	1·0	56·3	9119	1·2	0·0	4348	3·6	56·3	56·3	56·3

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
(hkl)	$\nu=(1\bar{1}\bar{1})$		α_1	$\mathfrak{S}=(1\bar{1}1)$		α_2	$\Sigma=(11\bar{1})$		α_3	$s=(111)$		α_4	α_5	α_6
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
60 3 2	9290	1·0	87·2	9159	1·0	4·8	9087	1·0	87·1	8927	1·1	0·9	88·0	91·8
30 3 2	9440	1·0	84·6	9206	1·1	9·5	9064	1·1	84·0	8615	1·3	1·9	85·9	93·4
16 3 2	9642	1·0	80·5	9285	1·1	17·4	9038	1·1	78·3	8276	1·4	3·8	82·1	95·7
13 3 2	9729	1·0	78·7	9335	1·1	21·1	9035	1·2	75·5	8045	1·5	4·7	80·2	96·5
11 3 2	9797	1·0	77·1	9379	1·1	24·5	9037	1·2	72·7	7801	1·6	5·7	78·4	97·1
8·7096 3 2	9883	1·0	74·7	9452	1·1	29·9	9053	1·2	67·6	7349	1·8	7·7	75·3	97·6
8 3 2	9914	1·0	73·8	9483	1·1	32·1	9063	1·2	65·5	7144	1·9	8·6	74·1	97·6
7·5249 3 2	9933	1·0	73·2	9505	1·1	33·7	9073	1·2	63·8	6981	2·0	9·4	73·2	97·5
6 3 2	9985	1·0	70·8	9595	1·1	39·8	9121	1·2	56·3	6238	2·4	13·1	69·4	96·1
5 3 2	·0000	1·0	68·9	9672	1·1	44·8	9175	1·2	48·3	5450	2·9	17·9	66·2	93·1
4·7914 3 2	9999	1·0	68·5	9690	1·1	46·0	9191	1·2	46·0	5231	3·0	19·5	65·5	92·0
9 6 4	9995	1·0	68·0	9716	1·1	47·7	9215	1·2	42·3	4894	3·2	22·0	64·3	90·0
4 3 2	9975	1·0	67·0	9763	1·1	50·8	9264	1·2	33·9	4193	3·8	28·3	62·2	84·7
3·8541 3 2	9966	1·0	66·7	9777	1·1	51·7	9281	1·2	30·8	3957	4·0	30·8	61·6	82·4
7 6 4	9934	1·0	66·1	9812	1·0	54·0	9324	1·2	21·1	3323	4·6	38·8	59·9	75·1
10 9 6	9914	1·0	65·8	9829	1·0	55·1	9346	1·1	15·3	3006	4·9	43·8	59·1	70·4
13 12 8	9903	1·0	65·6	9838	1·0	55·7	9359	1·1	11·9	2848	5·1	46·8	58·7	67·6
16 15 10	9896	1·0	65·5	9843	1·0	56·0	9366	1·1	9·7	2755	5·2	48·7	58·4	65·8
3·1926 3 2	9896	1·0	65·5	9845	1·0	56·1	9368	1·1	9·4	2741	5·2	49·0	58·4	65·5
3 3 2	9864	1·0	65·2	9864	1·0	57·4	9397	1·1	0·0	2407	5·6	57·4	57·4	57·4
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
60 5 4	9409	1·0	85·4	9167	1·1	8·5	9095	1·1	85·1	8757	1·2	1·0	86·1	93·6
41 5 4	9520	1·0	83·4	9195	1·1	12·4	9092	1·1	82·8	8563	1·2	1·4	84·2	95·2
26 5 4	9687	1·0	80·0	9255	1·1	19·1	9102	1·1	78·6	8170	1·4	2·3	80·9	97·6
18 5 4	9833	1·0	76·4	9335	1·1	26·6	9132	1·2	73·4	7621	1·7	3·6	77·0	100·0
13·514 5 4	9933	1·0	73·2	9423	1·1	33·6	9183	1·2	67·9	6941	2·0	5·3	73·2	101·5
13 5 4	9944	1·0	72·8	9436	1·1	34·6	9191	1·2	67·1	6825	2·1	5·5	72·6	101·7
11·717 5 4	9970	1·0	71·5	9475	1·1	37·4	9219	1·2	64·6	6474	2·2	6·5	71·1	102·0
10 5 4	9995	1·0	69·7	9538	1·1	41·7	9268	1·2	60·2	5830	2·6	8·4	68·6	101·9
9 5 4	·0000	1·0	68·5	9582	1·1	44·5	9307	1·2	56·7	5298	3·0	10·3	67·0	101·3
7·5414 5 4	9984	1·0	66·6	9658	1·1	49·2	9380	1·2	49·2	4168	3·8	15·1	64·2	98·4
15 10 8	9984	1·0	66·5	9661	1·1	49·3	9383	1·1	48·9	4126	3·9	15·2	64·1	98·2
7 5 4	9968	1·0	65·9	9689	1·1	51·0	9413	1·1	45·0	3574	4·4	18·1	63·1	96·0
25 20 16	9954	1·0	64·9	9735	1·1	53.7	9464	1·1	36·3	2509	5·6	25·1	61·4	90·0
6 5 4	9914	1·0	64·5	9752	1·0	54·7	9483	1·1	32·1	2073	6·1	28·7	60·8	86·7
5·9084 5 4	9907	1·0	64·4	9757	1·0	55·0	9489	1·1	30·3	1901	6·3	30·3	60·6	85·3
11 10 8	9872	1·0	63·9	9784	1·0	56·5	9522	1·1	20·2	1071	7·6	39·5	59·6	76·7
16 15 12	9854	1·0	63·7	9794	1·0	57·1	9535	1·1	14·6	0709	8·2	44·6	59·2	71·7
21 20 16	9845	1·0	63·5	9799	1·0	57·5	9541	1·1	11·4	0528	8·5	47·6	59·0	68·9
26 25 20	9840	1·0	63·5	9804	1·0	57·6	9547	1·1	9·4	0423	8·7	49·5	58·9	67·0
31 30 24	9837	1·0	63·4	9806	1·0	57·8	9550	1·1	7·9	0353	8·9	50·9	58·8	65·7
36 35 28	9834	1·0	63·4	9807	1·0	57·8	9551	1·1	6·9	0303	9·0	51·9	58·8	64·7
41 40 32	9831	1·0	63·4	9808	1·0	57·9	9553	1·1	6·1	0266	9·0	52·6	58·7	64·0
46 45 36	9830	1·0	63·4	9809	1·0	58·0	9554	1·1	5·5	0238	9·1	53·2	58·7	63·4
5·1098 5 4	9830	1·0	63·4	9810	1·0	58·0	9555	1·1	5·4	0215	9·2	53·3	58·7	63·4
5 5 4	9817	1·0	63·2	9817	1·0	58·4	9564	1·1	0·0	0022	9·5	58·4	58·4	58.4
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
221 11 10	9312	1·0	87·2	9135	1·0	5·4	9115	1·1	87·1	8899	1·1	0·3	87·4	92·6
100 11 10	9406	1·0	83·9	9164	1·1	11·9	9122	1·1	83·6	8590	1·2	0·6	84·2	95·6
31·506 11 10	9934	1·0	73·2	9359	1·1	33·6	9256	1.2	70·9	6926	2·0	2·3	73·2	104·5
21 11 10	·0000	1·0	68·1	9511	1·1	44·4	9392	1·2	63·0	5241	3·0	4·4	67·5	107·5
19·832 11 10	9998	1·0	67·4	9536	1·1	46·0	9417	1·1	61·6	4896	3·2	5·0	66·6	107·6
15·110 11 10	9943	1·0	64·3	9653	1·1	52·8	9536	1·1	52·8	2568	5·5	10·2	62·9	105·5
15 11 10	9940	1·0	64·2	9655	1·1	52·9	9538	1·1	52·4	2483	5·6	10·4	62·8	105·4
121 110 100	9838	1·0	62·2	9742	1·0	57·5	9632	1·1	32·5	.8893	12·3	27·8	60·3	90·0
12 11 10	9832	1·0	62·2	9745	1·0	57·7	9635	1·0	30·8	.8693	13·0	29·3	60·2	88·5
11·9565 11 10	9831	1·0	62·1	9747	1·0	57·7	9637	1·0	30·1	.8605	13·2	30·1	60·1	87·8
23 22 20	9806	1·0	61·8	9761	1·0	58·5	9653	1·0	19·5	·7594	16·6	40·2	59·7	78·0
34 33 30	9797	1·0	61·7	9767	1·0	58·7	9659	1·0	14·2	·7201	18·2	45·4	59·6	72·9
45 44 40	9792	1·0	61·6	9769	1·0	58·9	9662	1·0	11·1	·7004	19·0	48·4	59·5	70·0
11·048 11 10	9780	1·0	61·5	9776	1·0	59·3	9670	1·0	2·3	.6528	21·4	57·0	59·3	61·5
11 11 10	9777	1·0	61·5	9777	1·0	59·3	9672	1·0	0·0	.6449	21·5	59·3	59·3	59·3
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
16 1 1	9365	1·0	86·4	9128	1·1	7·1	9128	1·1	86·4	8822	1·1	0·0	86·4	93·6
10 1 1	9490	1·0	84·4	9140	1·1	11·3	9140	1·1	84·4	8618	1·2	0·0	84·4	95·6
6 1 1	9671	1·0	80·8	9176	1·1	18·4	9176	1·1	80·8	8210	1·4	0·0	80·8	99·2
4 1 1	9833	1·0	76·7	9237	1·1	26·5	9237	1·1	76·7	7614	1·7	0·0	76·7	103·3
3 1 1	9932	1·0	73·2	9308	1·2	33·6	9308	1·2	73·2	6922	2·0	0·0	73·2	106·8
5 2 2	9978	1·0	70·8	9368	1·2	38·4	9368	1·2	70·8	6298	2·3	0·0	70·8	109·2
2 1 1	·0000	1·0	67·8	9454	1·1	44·4	9454	1·1	67·8	5229	3·0	0·0	67·8	112·2
5 3 3	9983	1·0	65·4	9532	1·1	49·2	9532	1·1	65·4	3962	4·0	0·0	65·4	114·6
3 2 2	9957	1·0	64·1	9578	1·1	51·7	9578	1·1	64·1	2967	5·0	0·0	64·1	115·9
6 5 5	9861	1·0	61·7	9674	1·0	56·7	9674	1·0	61·7	·9447	11·0	0·0	61·7	118·3
1 1 1	9744	1·0	60·0	9744	1·0	60·0	9744	1·0	—	—	∞	—	60·0	—

2. In jeder der von (100) zur betreffenden Fläche (hhl) laufenden Zonen fällt α_1 stetig ohne Maximum von 90° bis zu immer niedrigeren Endwerthen, welche von 70°5 in (h10) bis 60° in (h11) abnehmen.

3. Winkel α_2 nimmt ohne Maximum von 0° bis zu Grenzwerthen zu, welche von 54°7 in (h10) bis 60° in (h11) wachsen.

4. α_3 fällt in allen Zonen stetig ohne Maximum von 90° bis 0° mit Ausnahme der Zone (h11), wo dieser Winkel nur bis in beliebige Nähe von 60° abnimmt und dann — für (111) — unbestimmt wird.

5. Der Winkel α_4 nimmt stetig ohne Maximum von 0° bis zu immer höheren Endwerthen zu; letztere steigen von 54°7 in (h10) bis zu einer nicht erreichten Grenze von 60° in (h11), welcher sie sich beliebig nähern können; das Anwachsen von α_4 erfolgt immer langsamer, je näher die Zone von (h10) gegen (h11) rückt; in der letzteren Zone bleibt α_4 constant 0° bis auf die Fläche (111), in welcher es unbestimmt wird und so gleichzeitig der Reihe der Winkel 0° als auch dem Grenzwerthe 60° entspricht.

6. α_5 nimmt ohne Maximum von 90° bis zu Werthen 54°7—60° ab.

7. Der Winkel α_6 ist der einzige, welcher in jeder Zone mit Ausnahme von (h10) und (h11) ein Maximum und, nebst dem Ausgangswerthe für (100) noch einen zweiten Durchgang durch 90° besitzt.

Für den letzteren ergibt sich:

$$\textbf{7.}\quad \alpha_6 = 90°\,;\ \ \operatorname{tang}\alpha_6 = \infty\,;\ \ hl = k^2.$$

Diese Gleichung ist in den in der Tabelle IV betrachteten Zonen erfüllt für die Flächen

(64.8.1) (16.4.1) (931) (421) (964) (25.20.16) und (121.110.100).

Für das Maximum finden wir durch Differentiation nach h und Nullsetzen des Differentialquotienten

$$\textbf{8.}\quad \begin{cases} \dfrac{d\operatorname{tang}\alpha_6}{dh} = \dfrac{d}{dh}\left(\dfrac{h-l}{hl-k^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2}\right) = 0 \\ h^3l - 2h^2k^2 + hk^2l = k^4 - l^4, \end{cases}$$

woraus wir durch Auflösen der letzteren Gleichung nach h für die betrachteten Zonen die Flächen

(128·16, 8, 1) (32·122, 4, 6) (18·079, 3, 1) (7·9849, 2, 1) (8·7096, 3, 2) (11·717, 5, 4) und (19·832, 11, 10)

erhalten.

In der Zone (h10) fallen Maximum und zweiter Durchgang durch 90° mit dem Ausgangspunkte (100) zusammen, während in der Zone (h11) die Werthe von α_6 nur bis zu dem Maximum wachsen, ohne dasselbe zu überschreiten.

Übrigens wächst der Maximalwerth selbst von 90° in (h10) stetig bis zu dem nicht erreichten Grenzwerthe 120° in (h11), während die Endwerthe des Winkels von 54°7 in (h10) bis beliebig nahe an den nicht erreichten Werth 60° zunehmen; in (111) wird der Werth α_6 unbestimmt und gehört auf diese Weise sowohl dem Endwerthe 60°, als dem Maximalwerthe 120° an.

8. Von Wichtigkeit sind ferner die Fälle, in denen zwei der Winkel α einander gleich werden, diess- und jenseits welcher Flächen das Grössenverhältniss der betreffenden zwei Winkel umgekehrt erscheint; diese Fälle sind ersichtlicherweise nur möglich zwischen den Winkeln $\alpha_1 = \alpha_5$; $\alpha_1 = \alpha_6$; $\alpha_2 = \alpha_3$ und $\alpha_3 = \alpha_4$, und zwar erhalten wir:

$$\textbf{9.}\quad \alpha_1 = \alpha_5;\ \ h = \frac{k+l}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5k^2+6kl+5l^2}$$

erfüllt für die Flächen

(1·6180, 1, 0) (14·157, 8, 1) (7·7202, 4, 1) (6·1231, 3, 1) (4·5414, 2, 1) (7·5249, 3, 2) (13·514, 5, 4) und (31·506, 11, 10).

$$\textbf{10.}\quad \alpha_1 = \alpha_6\,;\ \ h = \frac{k-l}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{5k^2-6kl+5l^2}$$

gibt die Fälle

(1·6180, 1, 0) (11·822, 8, 1) (5·4051, 4, 1) (3·8284, 3, 1) (2·3028, 2, 1) (3·1926, 3, 2) und (11·048, 11, 10)

$$\textbf{11.}\quad \alpha_2 = \alpha_3;\quad h^3-h^2k-hk^2+l(-k^2+kl+l^2)=0$$

erfüllt durch

(1·6180, 1, 0) (13·176, 8, 1) (6·6533, 4, 1) (531) (3·3029, 2, 1) (4·7914, 3, 2) (7·5414, 5, 4) und (15·110, 11, 10).

$$\textbf{12.}\quad \alpha_3 = \alpha_4;\quad h^3-h^2k-hk^2+l(k^2+kl-l^2)=0.$$

Die Bedingung ist erfüllt für die Flächen

(1·6180, 1, 0) (12·624, 8, 1) (6·1098, 4, 1) (4·4647, 3, 1) (2·7914, 2, 1) (3·8541, 3, 2) (5·9084, 5, 4) und (11·9565, 11, 10).

9. Für die Zone ($h10$) ist durchwegs $\alpha_2 = \alpha_4$ und $\alpha_5 = \alpha_6$, und in der Zone ($h11$) ist, mit Ausnahme der unentschiedenen Endwerthe für (111), $\alpha_1 = \alpha_3 = \alpha_5$.

Mit Hilfe dieser Maximal- und Umkehrpunkte ist eine rasche Orientirung möglich, welche noch wesentlich durch die Einbeziehung der Lamellenbreite erleichtert wird.

3. Einfallswinkel, wirkliche, scheinbare und relative Lamellenbreiten.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Ermittlung der Zugehörigkeit einer Schnittfläche in die Nähe einer bekannten sind auch die Einfallswinkel, unter denen die viererlei Oktaëderlamellen gegen die untersuchte Fläche geneigt sind, beziehungsweise die davon abhängige, durch Messung bestimmbare Breite der Lamellen, allerdings unter der Voraussetzung, dass nicht nur die Lamellenbreiten einer jeden Oktaëderfläche für sich constant, sondern auch denjenigen der übrigen Oktaëderflächen gleich sind, eine Annahme, welche jedoch, wie in der Folge gezeigt werden wird, bei genügend grosser Schnittfläche und bei Messung möglichst vieler Lamellenbreiten fast immer erfüllt ist.

Fig. 5.

Bedeutet $ABCED$ eine Lamelle, welche von der Schnittfläche in AB getroffen wird, so ist die Länge AC des Lothes von A auf BE die wahre, AB die durch Messung bestimmbare scheinbare Lamellenbreite.

Ist ω der Normalenwinkel der Oktaëderfläche und der Schnittfläche, also auch der Einfallswinkel ersterer auf letzterer, so sehen wir, dass die scheinbare Lamellenbreite b_n gegeben ist durch:

$$\textbf{13.}\quad \begin{cases} b_n = AB = \dfrac{AC}{\sin\omega} = \dfrac{b}{\sin\omega} \\[2ex] \dfrac{b_n}{b} = \dfrac{1}{\sin\omega};\quad b = b_n \sin\omega; \end{cases}$$

die scheinbare Lamellenbreite ist dem reciproken Sinus des Einfallswinkels proportional.

Für den Normalenwinkel zweier Flächen (efg) (hkl) im tesseralen Systeme haben wir, wenn [pqr] das aus beiden durch kreuzweise Multiplication und Subtraction abgeleitete, vom gemeinschaftlichen Theiler nicht befreite Symbol ihrer Zone ist, nach Bravais [1]

$$\textbf{14.}\quad \cos\omega = \frac{eh+fk+gl}{\sqrt{e^2+f^2+g^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2}};\quad \operatorname{tang}\omega = \frac{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}{eh+fk+gl};\quad \frac{1}{\sin\omega} = \frac{\sqrt{e^2+f^2+g^2}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{\sqrt{p^2+q^2+r^2}}$$

Somit, wenn wir für (efg) nach einander die Symbole der vier Oktaëderflächen $\mathfrak{S}(1\bar{1}1)$, $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$, $s(111)$, $\Sigma(11\bar{1})$ setzen und die entsprechenden [pqr] berechnen, die Gleichungen

[1] Bravais a. a. O. S. 148. Die Tangentenformel, woraus die beiden anderen auf bekannte Weise.

$$15. \begin{cases} \cos\omega_\sigma = \dfrac{h-k-l}{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}; & \dfrac{1}{\sin\omega_\sigma} = \dfrac{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{\sqrt{(k-l)^2+(l+h)^2+(h+k)^2}} \\ \cos\omega_\mathfrak{S} = \dfrac{h-k+l}{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}; & \dfrac{1}{\sin\omega_\mathfrak{S}} = \dfrac{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{\sqrt{(k+l)^2+(h-l)^2+(h+k)^2}} \\ \cos\omega_\Sigma = \dfrac{h+k-l}{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}; & \dfrac{1}{\sin\omega_\Sigma} = \dfrac{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{\sqrt{(k+l)^2+(l+h)^2+(h-k)^2}} \\ \cos\omega_s = \dfrac{h+k+l}{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}; & \dfrac{1}{\sin\omega_s} = \dfrac{\sqrt{3}\sqrt{h^2+k^2+l^2}}{\sqrt{(k-l)^2+(h-l)^2+(h-k)^2}} \end{cases}$$

Die scheinbaren Lamellenbreiten finden aus einem gleich zu erörternden Grunde nur Anwendung zur Berechnung der wahren Lamellenbreite aus den gemessenen; nachdem zu diesem Zwecke, wie Formel 13 zeigt, die scheinbare Breite mit dem Sinus des Einfallswinkels zu multipliciren ist, habe ich in Tabelle IV den Logarithmus-Sinus von ω_n in den Colonnen 2, 5, 8 und 11 angegeben; vierstellig und ohne Charakteristik, welche mit Ausnahme der Fälle ·0000 (wo dieselbe $=0$) und derjenigen mit einem untenstehenden Punkte, z. B. .7004 (für 8·7004—10) immer gleich 9·...—10 ist.

Die gerechneten Lamellenbreiten wurden nicht controlirt, sondern nur verworfen, wenn sie eine Abweichung des regelmässigen Ganges erkennen liessen.

Indem wir wieder nur die Verhältnisse des Raumtheiles (100) (110) (111) in Betracht ziehen, und den Gang der Lamellenbreiten innerhalb einer Zone mit constantem Verhältnisse $\frac{k}{l}$ untersuchen, finden wir zweierlei ausgezeichnete Fälle:

1. Die Lamelle geht stetig ohne Maximum durch die auf der Schnittfläche senkrechte Lage hindurch, in welcher $\omega=90°$, somit $\cos\omega=0$; hiefür finden wir aus Gleichung 15. die Bedingungen

$$16. \begin{cases} \omega_\sigma = 90°; & h = k+l & \\ \omega_\mathfrak{S} = 90°; & h+l = k & \text{unerfüllbar} \\ \omega_\Sigma = 90°; & h+k = l & \text{unerfüllbar} \\ \omega_s = 90°; & h+k+l = 0 & \text{unerfüllbar.} \end{cases}$$

Die Bedingung ist im zweiten und dritten Falle unerfüllbar, weil h kleiner als k, beziehungsweise als l sein müsste; im vierten, weil mindestens einer der Indices negativ sein müsste.

Es ist also nur der Fall $\omega_\sigma=90°$ möglich, und zwar tritt derselbe in den in der Tabelle vertretenen Zonen ein für die Flächen

(110) (981) (541) (431) (321) (532) (954) (21, 11, 10) und (211).

Dass hiebei ein wirklicher Durchgang durch 90° stattfindet, und keine Umkehr in die frühere Lage, geht aus der Betrachtung des folgenden Punktes hervor.

2. Der Einfallswinkel hat ein Maximum oder einen Wendepunkt, jenseits dessen die Lamelle wieder nach der früheren Richtung zurückgeht.

Soll ω ein Maximum oder Minimum haben, so muss dies mutatis mutandis auch für $\cos\omega$ gelten; es muss also

$$\frac{d\cos\omega}{dh}=0$$

Das Differentiale wird wieder nach h genommen, weil innerhalb jeder betrachteten Zone $\frac{k}{l}$ constant, also nur h, beziehungsweise $\frac{h}{l}$ veränderlich ist.

Durch Ausführung der Differentiation und Nullsetzen des Differentialquotienten erhalten wir die Bedingungen

$$
17.\quad \begin{cases}
\sigma\,;\ h = -\dfrac{k^2+l^2}{k+l} \text{ unerfüllbar} \\[2ex]
\mathfrak{S}\,;\ h = -\dfrac{k^2+l^2}{k-l} \text{ unerfüllbar} \\[2ex]
\Sigma\,;\ h = \dfrac{k^2+l^2}{k-l} \\[2ex]
s\,;\ h = \dfrac{k^2+l^2}{k+l} \text{ unerfüllbar.}
\end{cases}
$$

In den ersten zwei Fällen ist die Bedingung unerfüllbar, weil h negativ, im vierten, weil es kleiner als k würde, da

$$\frac{k^2+l^2}{k+l} < \left(\frac{k^2+kl}{k+l} = k\right);$$

der dritte Fall gibt in jeder Zone einen entsprechenden Werth und zwar für die Flächen

(110) (65, 56, 7) (17, 12, 3) (531) (521) (13, 3, 2) (41, 5, 4) (221, 11, 10) (100).

Während der Durchgang durch die senkrechte Lage nur bei den Lamellen der Fläche $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ eintritt, findet das Maximum und die Wendung im Einfallswinkel nur bei den Lamellen der Fläche $\Sigma(11\bar{1})$ statt, bei denen der Werth $\omega = 90°$ nicht erreicht wird, während umgekehrt bei ersteren die Bedingung des Maximums nicht erfüllt ist, so dass also bei diesen keine Untersuchung mehr darüber nothwendig ist, ob der Punkt $\omega = 90°$ nur erreicht oder auch überschritten werde.

Für die Orientirung einer Fläche sind die scheinbaren Lamellenbreiten nicht verwendbar, weil b, die wirkliche Breite, unbekannt ist; um diese aus den Formeln zu eliminiren, muss daher eine der vier Lamellenbreiten für jede Schnittfläche als Einheit angenommen werden, wozu sich die Breite der steilsten unter ihnen, das ist der Lamelle $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ empfiehlt, weil dann alle übrigen relativen Breiten grösser als 1 werden; wir erhalten auf diese Weise, wenn wir die relativen Breiten mit b'_n bezeichnen:

$$
18.\quad \begin{cases}
b'_{\mathfrak{S}} = \dfrac{b_{\mathfrak{S}}}{b_\sigma} = \sqrt{\dfrac{(k-l)^2+(l+h)^2+(h+k)^2}{(k+l)^2+(h-l)^2+(h+k)^2}} \\[3ex]
b'_{\Sigma} = \dfrac{b_{\Sigma}}{b_\sigma} = \sqrt{\dfrac{(k-l)^2+(l+h)^2+(h+k)^2}{(k+l)^2+(l+h)^2+(h-k)^2}} \\[3ex]
b'_s = \dfrac{b_s}{b_\sigma} = \sqrt{\dfrac{(k-l)^2+(l+h)^2+(h+k)^2}{(k-l)^2+(h-l)^2+(h-k)^2}}
\end{cases}
$$

Diese Breiten, welche nur zur übersichtlichen Orientirung dienen, ohne die Bestimmung eines genaueren Vergleiches zu haben, sind in den Colonnen 3, 6, 9 und 12 der Tabelle IV auf eine Decimalstelle berechnet; für die Einheitsfläche $\sigma(1\bar{1}\bar{1})$ sind sie natürlicher Weise durchwegs gleich 1·0.

Die Maxima dieser relativen Lamellenbreiten wären wichtig, weil sie der directen Beobachtung unterliegen; wir haben, um sie zu finden, wieder zu setzen:

$$\frac{db'_n}{dh} = 0,$$

wodurch wir die Bedingungen erhalten

$$
19. \begin{cases} \dfrac{db'_{\mathfrak{S}}}{dh} = 0, & h = k + \sqrt{3k^2 + l^2} \\ \dfrac{db'_{\Sigma}}{dh} = 0, & h = l + \sqrt{k^2 + 3l^2} \\ \dfrac{db'_{s}}{dh} = 0, & h = \sqrt{k^2 - kl + l^2} \text{ unerfüllbar.} \end{cases}
$$

Die dritte Bedingung ist unerfüllbar, weil, wegen $k > l$, $(h = \sqrt{k^2 - kl + l^2}) < k$ würde, was gegen die Voraussetzung ist.

Das Maximum der relativen Breite von $\mathfrak{S}$ tritt ein für

(2·73, 1, 0) (21·89, 8, 1) (11, 4, 1) (8·29, 3, 1) (5·61, 2, 1) (8·57, 3, 2) (14·54, 5, 4) (32·52, 11, 10) und (311).

Das der Lamellenbreite von Σ für

(110) (9·18, 8, 1) (5·36, 4, 1) (3·46, 3, 1) (2·64, 2, 1) (4·58, 3, 2) (8·54, 5, 4) (20·52, 11, 10) und (311).

Man überzeugt sich jedoch leicht, dass die Maximalwerthe erst in den zweiten Decimalstellen von ihren Nachbarwerthen der Tabelle unterschieden wären; es wäre desshalb überflüssig, für die nur zur oberflächlichen Orientirung dienenden relativen Breiten die Stellen des Maximums einzuführen.

Was im Übrigen den Gang der absoluten und relativen scheinbaren Lamellenbreiten anbelangt, so sieht man sowohl aus der Tabelle als aus der Betrachtung der Formel 15., dass jederzeit

$$b_s > b_{\Sigma} > b_{\mathfrak{S}} > b_{\circ},$$

sowie dass die letzteren beiden durchwegs einander so nahe stehen, dass innerhalb der bedeutenden Ungleichmässigkeiten der Lamellenbreite sehr selten ein Unterschied zwischen ihnen in Bezug auf die Breite selbst bemerkbar sein wird; was jedoch nicht verhindert, dass solche feine Unterschiede zuweilen durch eine andere Eigenschaft, nämlich die Schärfe der Begrenzung kenntlich werde.

4. Gebrauch der Tabelle IV.

Das Eingehen in die Tabelle setzt voraus, dass die Grösse und Reihenfolge der zwischen den Oktaëderspuren eingeschlossenen Winkeln α, die relativen Lamellenbreiten der vier oktaëdrischen Systeme b', sowie der Sinn des Einfallens derselben entweder sämmtlich oder theilweise bekannt sind.

Die Grösse der Winkel α kann auf verschiedene Art bestimmt werden, durch Verstellung einer Bürsten-Bause mit Einlage eines Graphitpapieres, woran dann die Winkel mittelst eines Transporteurs gemessen werden, oder directe am Meteoreisen, wozu in einer folgenden Arbeit ein Instrument angegeben wird. Die gemessenen Winkel sind zuweilen von sehr verschiedener Genauigkeit, insbesondere aus dem Grunde, weil die Lamellen nie vollkommen ebenflächig sind, ihre Contouren daher umsoweniger scharf und deutlich werden, je schiefer sie gegen die Schnittfläche einfallen, je grösser also ihre scheinbare Breite ist. Am genauesten lässt sich α_1, dann α_5 und α_2, endlich α_4, α_6, α_3 bestimmen. Nachdem jedoch die Abweichungen, wie man sich leicht überzeugen kann, nicht blos von der Ungenauigkeit der Lamellenbegrenzung und den dadurch hervorgebrachten Einstellungsfehlern, sondern häufig in noch weit höherem Masse von Unregelmässigkeiten im Verlaufe, in der Lagerung der Lamellen selbst herrühren, indem dieselben entweder stellenweise gekrümmt sind oder ganze grössere Partien eines Meteoreisens etwas von der Lage des übrigen abweichen, so darf man sich nicht zu sehr auf einen selbst gut bestimmbaren Winkel verlassen, falls man nicht denselben an sehr verschiedenen Stellen des Raumes gemessen und als constant befunden hat. Man wird also selten in der Lage sein, etwa nur durch die schärfer messbaren Winkel zwischen den Lamellen σ, Σ und $\mathfrak{S}$ die Schnittfläche zu orientiren; dies ist auch desshalb kaum durchführbar, weil mit Ausnahme von α_2, das in jeder Zone einen

Spielraum von 55°—60° hat, die anderen beiden Winkel α_1 und α_5 nur zwischen engen Grenzen sich bewegen, ersterer zwischen 20°—30°, letzterer zwischen 30°—35°. Dagegen zeichnen sich die Winkel zu *s* durch ihre grosse Amplitude aus, α_3 variirt in allen Zonen um 90°, α_4 um 55°—60°.

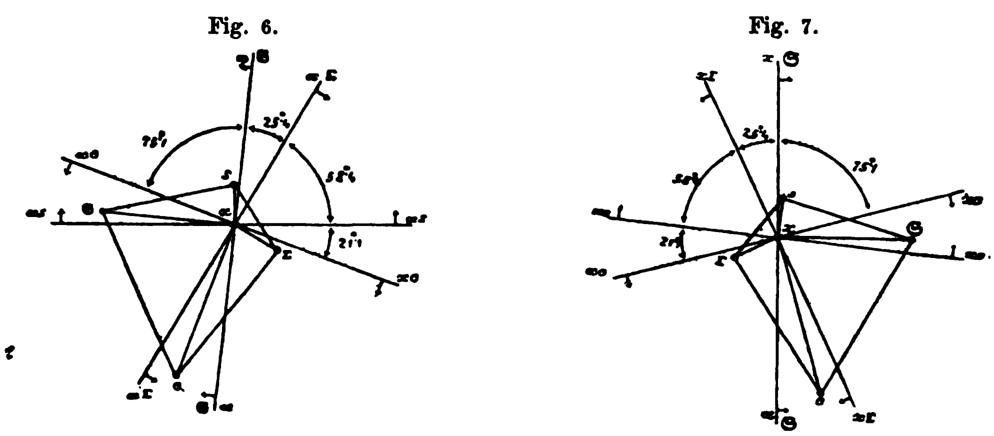
Bei der Orientirnng einer Fläche ist gewöhnlich die breite Lamelle *s* zuerst auffallend; sie bildet zumeist mit ihren Nachbarlamellen einen ziemlich kleinen und einen grossen Winkel; je nachdem auf letzteren unmittelbar wieder ein grosser oder ein kleiner Winkel folgt, liegt die Fläche im unteren oder oberen Theile einer der neun Zonen, also näher an dem Streifen (110) (111) oder an (100), und man hat sofort die Deutung der vier Oktaëderspuren gewonnen.

Zunächst prüft man nun die Richtigkeit dieser Deutung durch die Richtung des Fallens der Lamellen; um diese zu beurtheilen, hat man häufig nebst der Hauptfläche noch geätzte Seitenflächen zur Verfügung, welche an jene anstossen, und gestatten, die Oktaëderspuren weiter zu verfolgen und den Sinn und die beiläufige Schiefe ihres Einfalles auf der Hauptfläche zu erkennen; wo dies nicht der Fall ist, geben die sogenannten Kämme,[1] welche fast an allen Meteoreisen auftreten, ein vortreffliches Mittel, um Sinn und Schiefe des Falles zu ermitteln.

Die Kämme sind Fortwachsungen, wie sie sich bei allen Skelettbildungen an eine Hauptwand parallel den anderen Hauptwänden ansetzen; bei den Eisenmeteoriten wachsen sie von je einem Balken in ein Zwischenfeld hinein, in welchem sich oft die von zwei Seiten kommenden, zu zwei verschiedenen oktaëdrischen Lamellen gehörigen feinen Blättchen längs einer Diagonale des Feldes begegnen; durch das Herausätzen des leicht löslichen Fülleisens werden die Taenitwände der Kämme blossgelegt, und es spiegeln dann auf der ganzen Schnittfläche die je zu einem oktaëdrischen Systeme gehörigen gleichzeitig, wodurch die Neigung des betreffenden Systemes leicht kenntlich wird.

Nachdem, wie oben erwähnt wurde, alle 48 zu einer Form gehörigen Flächen (*hkl*) einander entweder symmetrisch oder identisch gleichen, so dass sie also entweder sich wie Bild und Spiegelbild verhalten, oder sich decken, so müssen die Oktaëderspuren jederzeit in der Reihe ihrer wachsenden scheinbaren Breite, schmälste (σ), zweitschmälste ($\mathfrak{S}$), zweitbreiteste (Σ) und breiteste (*s*) aufeinander folgen; dabei kann jedoch diese Reihe entweder im Sinne der Uhrzeigerbewegung durchlaufen werden, wenn nämlich die Schnittfläche *x* im Raumtheile (100) (110) (111) liegt, oder im entgegengesetzten, wenn sie in einem symmetrisch gleichen

Fig. 6. Fig. 7.



befindlich ist, z. B. in ($\bar{1}$00) ($\bar{1}\bar{1}$0) ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$); der erstere Fall, welchen wir den einer **positiven** Fläche nennen können, wird durch Fig. 6, der letztere — der **negativen** Flächen — durch Fig. 7 dargestellt, welche für

[1] Dieselben wurden schon von **Schreibers** (Beiträge zur Geschichte und Kenntniss meteorischer Stein- und Metallmassen. Wien 1820, S. 74, 75, 77 und 78) an den Eisen von Elbogen, Hraschina und Lenarto aufgefunden; v. **Reichenbach** (Über die näheren Bestandtheile des Meteoreisens, Pogg. Ann. Bd. 114, S. 270—273) hat sie mit dem charakteristischen Namen Kämme belegt; sie wurden auch später von **J. L. Smith** (A new Meteoric Iron etc. Amer. Journ. Ser. 2, Bd. 47, S. 271; Examination of the Waconda Meteoric stone etc., ibid. Ser. 3, Bd. 13, S. 214), der sie für neu hielt, **Lapham'sche** Figuren genannt, nach Beobachtungen an den Meteoreisen von Trenton, Washington Co. und von Smith Mountain, Rockingham Co.

die Flächen $(\bar{20}, 8, 1)$ und $(20, 8, \bar{1})$ in gnomonischer Projection auf dieselben die vier Oktaëderflächen, deren Spuren (mit xs, $x\sigma$ etc. bezeichnet), die Spurenwinkel und den Sinn des Fallens angeben; dabei ist nicht zu vergessen, dass die Lamelle σ bei einer Anzahl von Flächen das entgegengesetzte Fallen von dem hier gezeichneten hat; während also bei dem gegen (100) gelegenen Theile der Flächen einer jeden Zone, sowie in den Figuren 6 und 7 die steilste und flachste Lamelle σ und s nach entgegengesetzten Seiten der Schnittfläche fallen, erfolgt umgekehrt bei dem gegen $(hh1)$ gelegenen Theile dieser Zonen das Fallen von σ und s gleichsinnig; beide Gruppen sind von einander durch eine Zone von Flächen getrennt, welche auf σ senkrecht stehen; es sind, wie schon erwähnt, die Flächen von der Form $(k+l,\ k,\ l)$; diese Zone geht durch (211) und (110) hindurch Fig. 8. Es empfiehlt sich, die Skizze der Schnittfläche mit den Oktaëderspuren immer in der Zeichnung auf dieselbe Weise zu orientiren, etwa so wie in Fig. 6 und 7, dass die leicht erkennbare, breiteste Lamelle s von rechts nach links mit dem Fallen nach oben erscheint.

Fig. 8

Ist durch Betrachtungen solcher Art der Ort der Tabelle beiläufig ermittelt, an welchen die Schnittfläche gehört, so ist weiter zu sehen, ob dieselbe in eine der neun untersuchten Zonen oder zwischen zwei derselben fällt; ersteres kann vorläufig angenommen werden, wenn alle sechs Winkel α und die Lamellenbreiten b' zwischen die betreffenden von zwei benachbarten Flächen einer Zone fallen; dann ist es am bequemsten, wenn man aus jedem Winkel α und ausserdem aus der relativen Breite von s, wenn letztere sich in diesem Intervalle stark verändert, das Verhältniss $\frac{h}{l}$ durch Interpolation unter der Annahme bestimmt, dass sich Winkel und Verhältniss $\frac{h}{l}$ proportional verändern, also wenn

$$m = \frac{h}{l};\ \alpha;\ m_1 = \frac{h_1}{l_1};\ \alpha_1;\ m_x = \frac{h_x}{l_x},\ \alpha_x$$

die Werthe der beiden Nachbarflächen und der zu bestimmenden sind

$$20.\qquad \ldots m_x = m + (m_1 - m)\,\frac{\alpha_x - \alpha}{\alpha_1 - \alpha},$$

Auf diese Weise erhält man ebensoviele Werthe für m_x oder h_x als Winkel gemessen sind; das Mittel dieser Werthe, welche im Allgemeinen ziemlich stark differiren werden, wird in vielen Fällen bereits genügend genau sein.

Fallen die gemessenen Werthe nicht alle zwischen zwei Nachbarflächen einer Zone, so kann man entweder die Werthe der zwei am nächsten stimmenden Flächen zweier Zonen linear vereinigen, und aus dem so gewonnenen genäherten Zeichen die Werthe α und b' zurückrechnen, oder man kann die von v. Lang[1] für die Berechnung der wahrscheinlichsten Elemente eines Krystalles vorgeschlagene Methode anwenden.

Nach dieser werden die Differentialquotienten der gemessenen Grösse nach den annähernd bekannten, zu verbessernden, auf dem Wege des Versuches bestimmt, indem man jede der zu bestimmenden Grössen für sich um eine willkürliche, kleine Grösse verändert und unter dieser neuen Annahme die gemessenen Grössen zurück berechnet.

Nachdem es sich bei der Anwendung auf unseren Fall nur um die Correction für zwei unabhängig veränderliche,

$$\frac{h}{l} \text{ und } \frac{k}{l}$$

[1] A. a. O. S. 351.

handelt, will ich die Lang'schen Formeln für diesen Fall ansetzen. Sind

$$\alpha_1 \ldots \alpha_6,\ b_\sigma \ldots b_s$$

die beobachteten Werthe,

$$\gamma_1 \ldots \gamma_6,\ g_\sigma \ldots g_s$$

deren Gewichte,

$$h,\ k$$

genäherte Werthe der ersten zwei Indices ($l=1$ gesetzt),

$$\alpha_1^0 \ldots \alpha_6^0,\ b_\sigma^0 \ldots b_s^0$$

die aus diesen Indices berechneten Werthe,

$$h+\Delta h,\ k$$

Δh eine beliebige, kleine Veränderung von h,

$$\alpha_1' \ldots \alpha_6',\ b_\sigma' \ldots b_s'$$

die aus $h+\Delta h$ und k berechneten Werthe,

$$h,\ k+\Delta k$$

$$\alpha_1'' \ldots \alpha_6'',\ b_\sigma'' \ldots b_s''$$

ebensolche zusammengehörige Grössen bei verändertem k,

$$h+u\Delta h,\ k+v\Delta k$$

die wahrscheinlichsten Werthe der Indices, so werden die Fehlergleichungen:

$$\text{21.}\quad \left\{\begin{array}{ll}
\sqrt{\gamma_1}(\alpha_1-\alpha_1^0)=\sqrt{\gamma_1}(\alpha_1'-\alpha_1^0)u+\sqrt{\gamma_1}(\alpha_1''-\alpha_1^0)v\ldots \text{oder} & D_1=e_1u+f_1v\\
\vdots & \vdots\\
\sqrt{\gamma_6}(\alpha_6-\alpha_6^0)=\sqrt{\gamma_6}(\alpha_6'-\alpha_6^0)u+\sqrt{\gamma_6}(\alpha_6''-\alpha_6^0)v\ldots & D_6=e_6u+f_6v\\
\sqrt{g_\sigma}(\alpha_\sigma-b_\sigma^0)=\sqrt{g_\sigma}(b_\sigma'-b_\sigma^0)u+\sqrt{g_\sigma}(b_\sigma''-b_\sigma^0)v\ldots & D_\sigma=e_\sigma u+f_\sigma v\\
\vdots & \vdots\\
\Sigma De=u\Sigma e^2+v\Sigma ef & \\
\Sigma Df=u\Sigma ef+v\Sigma f^2, &
\end{array}\right.$$

worin selbstverständlicherweise Σ Summe bedeutet.

Das Bequeme dieser Methode besteht nun darin, dass man die $\alpha'\ldots$ und $\alpha''\ldots$ nicht erst zu berechnen braucht, sondern unmittelbar der Tabelle entnehmen kann. Allerdings sind die Sprünge in den h und k grösser, als dass man die Differenzen zweiter Ordnung vernachlässigen könnte, allein die Näherung, welche man hiedurch erzielt, ist gegenüber den Beobachtungsfehlern immerhin eine hinreichende, und man ist ausserdem bei der Einfachheit dieser Rechnung ohne grossen Zeitaufwand im Stande, die Rechnung zu wiederholen, wodurch wohl in allen Fällen den Beobachtungen Genüge geleistet werden dürfte.

5. Untersuchung des Meteoreisens von Butler.

Als Beispiel der Orientirung mittelst der Widmannstädten'schen Figuren gebe ich die Untersuchung zweier ausgezeichneter Stücke des schon kurz geschilderten[2] Eisenmeteoriten von Butler, Bates Co., Missouri, gefunden 1874.

---

[1] Vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 7. Juli 1881.

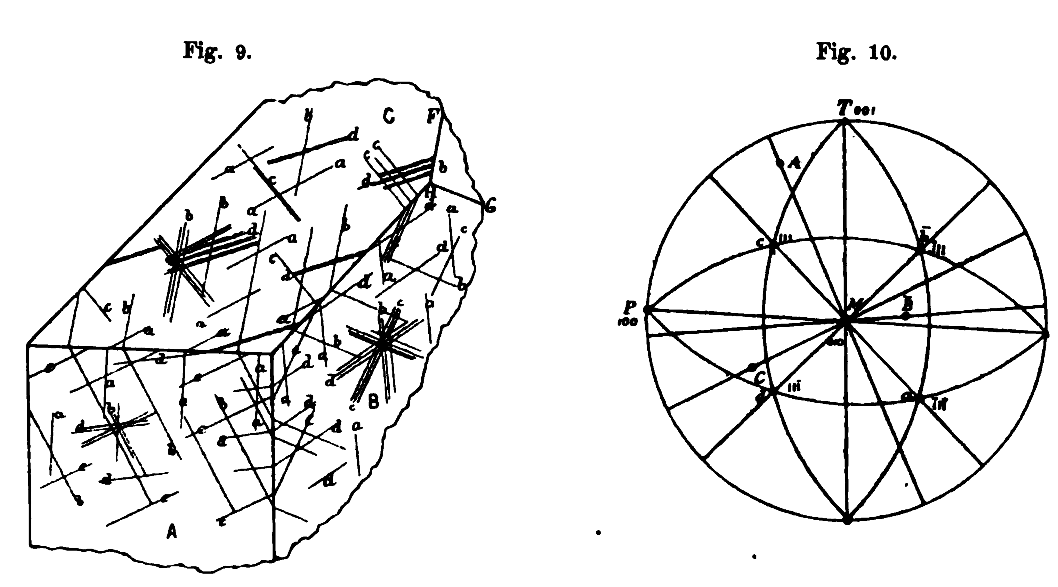
[2] Brezina, Vorläufiger Bericht über neue oder wenig bekannte Meteoriten. Sitzungsb. Abth. 1, Bd. 82, S. 348, 1880.

Das eine ist eine dreieckige Platte im Gewichte von 1 Kilo 425 Gramm, deren geätzte Fläche auf Tafel I in Lichtdruck in natürlicher Grösse dargestellt ist; das andere ist dasjenige Stück, welches dem vorläufigen Berichte zu Grunde gelegen hatte; es wog ursprünglich 1 Kilo 334 Gramm, nachdem ein Stück zur chemischen Untersuchung abgesägt wurde, wiegt es noch 1 Kilo 295 Gramm; ich beginne mit der Untersuchung des letzteren, dessen drei geschliffene und geätzte Flächen auf Tafel II, III und IV, in 2·5facher Vergrösserung, ebenfalls im Lichtdrucke, wiedergegeben sind.

Um die Genauigkeit zu ermitteln, mit welcher aus der Tabelle IV das Zeichen einer Schnittfläche gefunden werden kann, sowie um in aller Strenge den Beweis zu führen, dass die genannten Figuren von Lamellen nach den Oktaëderflächen herrühren, wurde die Untersuchung auf zwei unabhängigen Wegen durchgeführt:

Einerseits wurden die ebenen Winkel bestimmt, welche auf den Schnittflächen *A*, *B*, *C*, Fig. 9 und 10 die Randkanten untereinander, sowie mit den Spuren *a*, *b*, *c*, *d* der Figuren einschliessen; hieraus wurde, nachdem die Zusammengehörigkeit der auf den drei Schnittflächen zu Tage tretenden Lamellenspuren festgestellt war, die Lage dieser Lamellen gegen die Schnittflächen, sowie der Lamellen gegeneinander nach gebräuchlichen Berechnungsmethoden ermittelt und die Zeichen der drei Schnittflächen bestimmt, unter der Annahme, dass die

Fig. 9. Fig. 10.



Lamellen die Zeichen (111) $(1\bar{1}1)$ $(1\bar{1}\bar{1})$ $(11\bar{1})$ erhalten; andererseits wurde aus den Winkeln der Lamellenspuren auf jeder Schnittfläche das Zeichen der letzteren mit Hilfe der Tabelle IV gesucht.

Die Zusammengehörigkeit der Lamellenspuren erhellt aus dem direct an mehreren Randkanten wahrnehmbaren Uebergreifen, aus dem Blossliegen einer Lamelle an der punktirt gezeichneten Stelle *F G H* Fig. 9 (Lamelle *b*), sowie aus dem Umstande, dass wenn in die Projection Fig. 10 zuerst die drei Schnittflächen *A B C*, dann vermittelst der gemessenen Winkel *BAa*, *BAb*. . . . *CBa*, *CBb*. . . . u. s. w., von *A*, *B*, *C* aus die Zonen *Aa*, *Ab*. . . . *Ba*, *Bb*. . . . u. s. w. eingetragen werden, je drei solcher Zonen sich nahe in einem Punkte schneiden, welcher der Ort der betreffenden Lamelle ist; die letztere Bestimmungsweise würde natürlich zweideutig, wenn auf einer der Schnittflächen zwei Lamellensysteme parallele Spuren erhielten, also mit der Schnittfläche tautozonal würden, was jedoch im vorliegenden Falle nicht eintritt.

Das Fallen der Lamellen auf den Schnittflächen dient ebenfalls zur Controlle der ermittelten Zusammengehörigkeit; nachdem die Grundmasse des Eisens, wie schon im vorläufigen Berichte erwähnt ist, eine feinflimmerige Beschaffenheit in Folge der Einstreuung unzähliger, kleiner bis mikroskopischer Skelettchen besitzt, deren gleichnamige Lamellen alle in Folge einer theilweisen Blosslegung durch die Aetzung gleichzeitig einspiegeln, so kann man hiedurch den Sinn des Lamellenfallens bestimmen, ausgenommen an sehr steil fallenden, bei welchen der Sinn unbestimmt wird, indem sie nach beiden entgegengesetzten Seiten einspiegeln.

Das Fallen geht

auf A: a nach rechts, b nach links, c nach oben, d nach unten;
auf B: a nach vorne, b nach oben rückwärts, c nach unten rückwärts, d nach unten;
auf C: a nach links rückwärts, b nach rechts rückwärts, c nach vorne, d nach rückwärts.

Die Schnittflächen A und C sind schwach convex gekrümmt.

6. Vorversuch.

ı u'schen,
:ürze der
;, welche

Zu Seite 136 einzuschalten.

Die nebenstehende Fig. 10 gehört als Fig. 11 auf Seite 144,
dagegen die dortige Fig. 11 an diese Stelle als Fig. 10.

	89·00	92·48	91·34	oder
Normalenwinkel:	91°0'	87°31'	88°20'.	

Hieraus berechnen sich die Winkel des sphärischen Dreieckes ABC

$$BAC = 91°4'; \; CBA = 87°29'; \; ACB = 88°17'.$$

Während die Messung ergab (indem die Ebene der beiden Scheerenarme derjenigen Schnittfläche parallel gehalten wurde, auf welcher der Winkel der beiden anderen Schnittflächen gemessen werden sollte):

Tabelle VII.

	BAC	*CBA*	*ACB*	
	91·0	87·2	88·2	
	90·8	87·5	88·2	
	91·0	87·5	88·1	
	91·0	87·5	88·0	
	91·0	87·4	88·3	
	90·96	87·42	88·16	oder
Normalenwinkel:	90°58'	87°25'	88°10'.	

Aus dem Mittel dieser und der gerechneten Werthe

$$BAC = 91°1'; \; CBA = 87°27'; \; ACB = 88°13'$$

berechnen sich zurück die Winkel der Schnittflächen

$$BC = 90°56'; \; CA = 87°29'; \; AB = 88°16',$$

welche den weiteren Rechnungen zu Grunde gelegt wurden.

Die Winkel der Lamellenspuren zu den Kanten der Schnittflächen, welche nach dem zu Eingang der Arbeit Gesagten den Winkeln der gleichnamigen sphärischen Dreiecke in der stereographischen Projection gleich sind, ergaben sich (mit Berücksichtigung der Richtung des Fallens der betreffenden Lamelle) durch Messung in ähnlicher Weise wie die ebenen Winkel BAC....

Tabelle VIII.

BAb	*BAc*	*BAd*	*CAa*	*CAb*	*CAc*	*CBa*	*CBb*	*CBc*	*ABb*	*ABd*	*ACa*	*ACb*	*BCb*	*BCc*	*BCd*
24·0	114·9	99·9	81·0	66·5	24·5	85·7	48·0	60·5	136·8	101·6	133·5	114·7	28·5	102·5	123·5
23·3	114·3	98·3	81·3	65·7	24·0	86·0	49 0	60·0	139·5	101·8	131·0	116·6	29·5	100·8	119·0
24·2	115·3	98·8	81·4	67·5	23·8	85·0	49·0	58·6	137·0	103·0	132·2	115·0	28·8	103·5	126·5
24·4	117·0	99·6	79·5	66·2	21·4	84·0	51·5	58·0	137·0	101·7	132·8	118·3	28·5	104·8	125·0
24·2	115·0	98·7	79·9	67·9	24·5	85·0	48·5	60·7	134·5	101·5	133·3	115·5	28·7	103·7	128·4
24·02	115·30	99·06	80·62	66·76	23·64	85·14	49·20	59·56	136·96	101·92	132·56	116·02	28·80	103·06	124·48

Die Einzelwerthe der Winkel wurden nicht durch Wiederholung derselben Messung, sondern durch Messung des Winkels verschiedener Lamellen eines Systemes gewonnen.

Nachdem mehrfach die Winkel einer Lamellenspur zu beiden Schnittflächenrändern gemessen sind, lassen sich in diesen Fällen mit Hilfe der Winkel *BAC*, *CBA*, *ACB* Controlwinkel rechnen; im Folgenden sind in erster Reihe die gemessenen, in zweiter die solcherart berechneten Winkel, in dritter die Mittel aus beiden angegeben:

Tabelle IX.

	BAa	*BAb*	*BAc*	*BAd*	*CAa*	*CAb*	*CAc*	*CAd*
Messung . .	—	24·02	115·30	99·06	80·62	66·76	23·64	—
Rechnung .	171·58	24·20	114·60	—	—	66·94	24·34	8·10
Mittel . . .	171·58	24·11	114·95	99·06	80·62	66·85	23·99	8·10

	CBa	*CBb*	*CBc*	*CBd*	*ABa*	*ABb*	*ABc*	*ABd*
Messung . .	85·14	49·20	59·56	—	—	136·96	—	101·92
Rechnung .	—	49·54	—	14·50	172·56	136·62	27·86	—
Mittel . . .	85·14	49·37	59·56	14·50	172·56	136·79	27·86	101·92

	ACa	*ACb*	*ACc*	*ACd*	*BCa*	*BCb*	*BCc*	*BCd*
Messung . .	132·56	116·02	—	—	—	28·80	103·06	124·48
Rechnung .	—	116·96	14·90	147·36	139·28	27·86	—	—
Mittel . . .	132·56	116·49	14·90	147·36	139·28	28·33	103·06	124·48

Nun sind in jedem der zwölf sphärischen Dreiecke *aCA*, *bCA*. . zwei Winkel (z. B. *aCA* und *aAC*) und die eingeschlossene Seite (*CA*) bekannt, so dass die zwei anderen Seiten (*aC*, *aA*) berechnet werden können; dadurch wird jeder solche Bogen aus zwei Dreiecken gefunden; die zwei Dreiecke *aAB* und *dAB* wurden jedoch von der Berechnung ausgeschlossen, weil sie nahe gleichschenkelig sind ($aAB = 171·58$, $aBA = 172·56$, $dAB = 99·06$, $dBA = 101·92$) und somit ein Fehler von 1°—1°5 schon eine sehr grosse Ungenauigkeit der berechneten Seiten hervorrufen würde; es bleiben somit die folgenden berechneten Werthe übrig:

Tabelle X.

aA	*bA*	*cA*	*dA*	*aB*	*bB*	*cB*	*dB*	*aC*	*bC*	*cC*	*dC*
131·98	114·65	32·60	100·02	139·20	35·59	100·79	100·68	84·74	69·20	58·20	14·91
—	112·17	30·42	—	—	33·64	100·49	—	86·11	68·56	60·06	17·39
131·98	113·41	31·51	100·02	139·20	34·67	100·64	100·68	85·43	68·88	59·13	16·15

Andererseits ergeben sich aus den Zahlen der Tabelle IX die Winkel je zweier Lamellenspuren auf irgend einer Schnittfläche wie folgt:

Tabelle XI.

	ab	*ac*	*ad*	*bc*	*bd*	*cd*
auf *A* . . .	147·47	56·63	72·52	90·84	74·95	15·89
auf *B* . . .	35·77	144·70	70·64	108·93	34·87	74·06
auf *C* . . .	110·95	117·66	14·80	131·39	96·15	132·46

wobei die Winkel so angeschrieben sind, wie sie der Projection Fig. 10 entsprechen.

Nunmehr sind in den Tabellen X und XI für jedes der achtzehn Dreiecke *bAc*, *cAd*. . . .je zwei Seiten *bA*, *cA* und der eingeschlossene Winkel *bAc* gegeben, es können somit die dritten Seiten bestimmt werden wobei jede Seite dreimal ausfällt, und zwar:

Tabelle XII.

aus	*ab*	aus	*ac*	aus	*ad*	aus	*bc*	aus	*bd*	aus	*cd*
Aab	108·0	*Aac*	110·9	*Aad*	70·3	*Abc*	110·2	*Abd*	70·8	*Acd*	69·7
Bab	108·8	*Bac*	112·6	*Bad*	69·3	*Bbc*	109·5	*Bbd*	71·6	*Bcd*	72·6
Cab	107·7	*Cac*	110·9	*Cad*	69·8	*Cbc*	110·1	*Cbd*	71·4	*Ccd*	70·6
	108·2		111·5		69·8		109·9		71·3		72·0

oder, alle Werthe auf stumpfe Winkel reducirt

$\bar{a}b$	$\bar{a}c$	*ad*	$b\bar{c}$	*bd*	*cd*	Mittel
71·8	68·5	69·8	70·1	71·3	72·0	70·6

Die Winkel zwischen den Lamellensystemen oscilliren also um den Octaëderwinkel 70·5, von welchem sie in Maximo um 2·0, beziehungsweise 1·5 Grade abweichen; die Winkel *ad* und $b\bar{c}$, $\bar{a}b$ und *cd* sind paarweise nahe gleich, so dass innerhalb der Beobachtungsfehler den Abweichungen von der regelmässigen Bauweise durch die monoklinen Fundamentalwinkel

$$\bar{a}b = cd = 71·9;\ ad = b\bar{c} = 69·9;\ bd = 71·3;\ \bar{a}c = 68·6$$

Genüge geleistet würde; selbstverständlicherweise kann bei der ganzen Art des Aufbaues eines solchen Krystallcomplexes an eine wirkliche innere monokline Symmetrie nicht entfernt gedacht werden, sondern wenn die besprochene Abweichung von der tesseralen Lagerungsweise nicht auf den Beobachtungsfehlern beruht, kann sie nur darin begründet werden, dass äussere Kräfte zufälligerweise gerade in einer solchen Richtung deformirend gewirkt haben, dass ihre Resultirende in diejenige Hexaëderfläche fiel, welche mit $a\bar{c}$ und *db* tautozonal ist.

7. Ermittlung genauerer Werthe.

Nun wurde weiter versucht, Zahlen zu gewinnen, welche für einen grösseren Raum Giltigkeit haben, als den mit den Scheeren eines Anlegegoniometers erreichbaren, dem Ecke *ABC* anliegenden, welcher etwa einem Würfel von der Kantenlänge 2·5 Cm. entspricht; hiezu wurde ein grosser Transporteur verwendet, welcher einen beweglichen, mit Nonius versehenen Arm, und längs des Durchmessers 0°—180° eine stählerne Anschlagschiene hatte, mit welcher er an diejenige Schnittfläche angelegt werden konnte, deren Spurenwinkel zu einem Lamellensysteme auf einer anderen Schnittfläche gemessen werden sollte; hiebei wurde selbstverständlicherweise dafür gesorgt, dass die Ebene des Theilkreises genau der letzteren Schnittfläche parallel war.

Nachdem die Flächen *A* und *C* etwas convex sind, musste beim Anlegen der Anschlagschiene z. B. an *A* darauf gesehen werden, dieselbe möglichst an die Mitte der Curve zu legen, als welche sich der an *C* anliegende Rand von *A* darstellt, wenn die Winkel *ACa*, *ACb*....gemessen wurden; dass hiebei constante, wenngleich nicht sehr bedeutende Fehler entstehen, wird weiter unten wahrscheinlich gemacht werden; es wird sich aber auch ergeben, dass derlei Fehler nicht viel mehr als 10 bis 20 Minuten betragen können.

Sowie beim Anlegegoniometer ist es auch hier nicht gut möglich, Linien einzustellen, welche mit der Orientirungskante einen zu kleinen Winkel bilden; es erscheinen desshalb von den 24 vorhandenen Winkeln nur 17 gemessen; die Einzelmessungen sind wiederum nicht Repetitionen desselben Winkels, sondern Winkel, welche an verschiedenen Lamellen desselben Lamellensystemes gefunden wurden; es wurde mit dem Trans-

Tabelle

BAb		*BAc*		*BAd*		*CAa*		*CAb*		*CBa*		*CBb*		*CBc*		*ABb*		*ABc*	
156°48	72	63°45	43	81°42	45	99°40	29	67°24	42	84°30	14	48° 0	48	120°20	25	43°51	58	28°25	37
154 55	41	66 19	111	83 23	146	98 6	65	65 47	55	84 30	14	49 15	27	119 22	33	44 10	77	27 39	9
156 25	49	64 15	13	80 42	15	101 25	134	68 12	90	84 18	2	48 12	36	119 10	45	42 55	2	27 40	8
153 28	128	65 47	79	81 0	3	98 10	61	65 18	84	84 20	4	51 57	189	119 5	50	45 53	180	27 0	48
154 10	76	64 20	8	80 58	1	98 12	59	66 0	42	83 41	35	47 20	88	119 30	25	43 10	17	27 45	3
157 8	92	63 40	48	80 30	273	100 55	104	67 5	23	84 50	34	47 30	78	119 20	35	41 8	105	27 45	3
157 10	94	63 4	84	82 23	86	99 15	4	65 4	98	84 5	11	49 11	23	119 50	5	42 45	8	29 15	87
154 57	39	65 21	53	79 42	75	98 34	37	65 43	59	83 50	26	49 0	12	119 50	5	42 58	5	27 34	14
154 50	46	64 5	23	77 6	231	99 18	7	66 56	14	83 35	41	49 28	40	119 40	15	43 6	13	27 50	2
155 3	33	66 40	132	81 40	43	100 10	59	67 0	18	85 10	54	48 20	28	120 30	35	43 16	23	28°50	62
155°25	11	69°56	328	82°53	116	101°23	132	67°39	57	82°34	102	47°20	88	120°40	45	43°15	22	28 55	67
156 47	71	65 34	66	82 30	93	97 44	87	67 15	33	86 55	159	50 13	85	120 12	17	43 16	23	26 58	50
156 23	47	63 15	73	81 27	30	100 0	49	68 5	83	85 56	100	49 50	62	120 10	15	43 20	27	27 25	23
157 5	89	64 49	21	81 44	47	96 10	181	66 40	2	85 35	79	48 18	30	120 35	40	43 30	37	27 13	35
157 16	100	63 24	64	81 10	13	98 58	13	67 44	62	82 47	89	49 10	22	119 37	18	43 10	17	26 40	68
156 2	26	62 16	132	81 15	18	96 14	63	66 20	22	83 40	36	50 39	111	119 25	30	40 44	129	28 22	34
154 39	57	65 55	87	79 30	87	99 0	11	66 0	42	84 42	26	49 28	40	119 20	35	44 0	67	28 10	22
155 42	6	64 17	11	79 8	109	103 0	109	67 55	73	83 4	72	49 25	37	118 38	77	41 18	95	27 46	2
156 50	74	62 2	146	80 39	18	100 15	56	65 36	66	84 43	27	48 12	36	121 44	109	42 17	36	27°45	3
154 18	78	64 0	28	79 29	88	98 49	22	65 50	52	84 58	42	47 48	60	119 19	36	44 15	82	27 28	30
156° 3	27	62° 0	148	80° 0	57	99°45	34	66°44	2	82° 8	128	50° 0	72	119°22	33	43°45	52	28 34	46
155 0	36	63 53	35	80 20	37	99 40	29	67 21	39	82 45	91	49 20	32	119 40	15	42 38	15	27 57	9
154 24	72	66 50	142	73 3	114	99 41	30	65 23	79	83 50	26	48 12	36	120 0	5	43 25	32	27 30	18
157 45	129	64 30	2	79 4	113	98 15	56	67 50	68	84 0	16	47 48	60	121 35	100	43 25	32	27 10	38
155 19	17	64 30	2	79 43	74	98 40	31	66 30	12	83 53	23	47 35	73	119 43	12	42 50	3	27 42	6
157 50	74	62 38	110	81 40	43	98 20	51	67 50	68	84 20	4	47 57	51	119 24	31	42 7	46	28 34	46
155 37	1	63 19	69	80 12	45	100 9	58	64 39	123	84 25	9	50 55	127	120 0	5	44 10	77	28 32	44
153 8	148	64 35	7	82 8	71	96 19	172	68 20	98	86 5	109	47 10	98	119 57	2	41 0	113	27 48	5
153 50	106	63 50	38	81 50	53	101 7	116	65 53	49	84 57	41	48 2	46	121 22	87	40 20	153	27 53	
153 50	106	65 10	42	80 24	33	98 8	63	67 17	35	83 45	31	48 27	21	120 15	20	40 30	143	27 37	
155 36	10	64 28	11	80 57	11	99 11	9	66 42	8	84 16	8	48 48	8	119 55	5	42 13	9	27 55	
155 29		64 44		81 25		99 23		66 27		84 17		48 49		119 40		43 19			
156 3		64 33		80 59		99 9		66 51		84 29		49 2		119 58		42 55			
155 17		64 8		80 26		99 0		66 47		84 1		48 33		120 8		42 25			

porteur von einem Ecke der Schnittfläche beginnend dieselbe quer überfahren, und dabei möglichst gleichmässig über die ganze Fläche vertheilte Lamellen, jedenfalls aber alle grösseren derselben, eingestellt; die Anzahl beobachteter Lamellen war 36, 30 oder 27, und nur in einem Falle 12, welche aber so gewählt wurden, dass sie bezüglich des Flächenmittelpunktes symmetrisch lagen; zur Controle wurde einmal eine ganze Beobachtungsreihe (*BCa*) und zweimal die der mittleren Flächenpartie (*BCc* und *BCd*) wiederholt; die Einzeleinstellungen sind mit nicht unbeträchtlichen Einstellungsfehlern (etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Grad) behaftet, die ich jedoch angesichts der weitaus bedeutenderen Verschiedenheiten der Lage gleichnamiger Lamellen nicht weiter durch Repetition weggeschafft habe; für jeden Winkel sind in erster Reihe die Werthe in Graden und Minuten, in zweiter die Abweichung vom Gesammtmittel in Minuten angegeben; zum Schlusse der — in drei Abtheilungen getheilten — Einzelwerthe steht das Gesammtmittel, daneben des letzteren wahrscheinlicher Fehler, nach der bekannten Näherungsformel

$$w = 0 \cdot 845 \frac{\Sigma [f]}{(n-1)\sqrt{n}}$$

berechnet, darunter in drei Reihen das Mittel des ersten, mittleren und letzten Drittels der Einzelbeobachtungen; die Einzelwerthe sind so eingestellt, wie sie abgelesen wurden, ohne Rücksicht auf die Lage der Pole in der Projection Fig. 10.

XIII.

ABd		*ACa*		*ACb*		*BCa*		*BCa*		*BCb*		*BCc*		*BCc*		*BCd*		*BCd*	
101°30	28	134°12	45	62°50	73	42°10	40	41°10	25	152° 0	2	101°50	40			56°50	156		
101 30	28	133 35	8	62 42	81	41 56	26	40 11	84	151 25	33	101 24	66			56 40	166		
102 17	19	132 10	77	60 43	200	41 36	6	41 26	9	152 20	22	102 42	12			61 40	134		
103 35	97	134 30	63	63 15	48	41 41	11	41 25	10	151 58	0	102 54	24			61 0	94		
102 10	12	139 45	378	63 29	34	42 0	30	42 35	60	153 13	75	101 10	80			61 15	109		
99 38	140	132 28	59	63 12	51	41 5	25	42 34	59	153 23	85	102 30	0			62 20	174		
102 35	37	132 15	72	62 41	82	43 10	100	40 52	43	151 35	23	102 29	5			62 55	209		
102 46	48	132 20	67	63 30	33	42 19	49	41 40	5	151 30	28	101 28	62			54 12	314		
99 50	128	132 15	72	62 35	88	42 20	50	43 47	132	150 25	93	101 57	33			49 5	621		
101 3	55	134 22	55	63 36	27	42 33	63	42 10	35	153 10	72	101 34	56	101°44	43	56 0	206		
100°17	101	133 25	2	63 30	33	42°12	42	42°33	58	151 16	42	102° 5	25	102 10	17	63°50	264	61°50	127
101 50	8	132 22	65	64 50	47	41 53	23	42 30	55	151 15	43	102 23	7	103 0	33	67 22	476	63 10	207
102 4	6	134°30	63	63°34	29	39 0	150	41 56	21	151 58	11	101 27	63	103 20	53	56 42	164	61 40	117
102 6	8	134 0	33	64 45	42	40 20	70	42 30	55			102 4	26	101 26	61	54 42	284	62 25	162
101 10	48	135 10	93	64 30	27	41 0	30	41 50	15			103 3	33	103 3	36	52 50	896	60 0	17
100 25	93	134 22	55	64 25	22	41 27	3	42 13	38			103 32	62	102 21	6	53 40	346	57 50	113
101 40	18	134 20	53	64 55	52	41 30	0	41 45	10			102 45	15	103 39	72	61 38	132	56 24	199
103 19	81	135 15	108	63 5	58	42 50	80	40 0	95			103 10	40	102 10	17	60 0	34	57 27	136
102 15	17	133 25	2	62 50	73	40 2	88	41 12	23			103 27	57	101 19	68	62 2	156	58 32	71
102 5	7	133 5	22	64 25	22	41 44	14	41 15	20			101 5	85	102 47	20	66 18	412	57 55	108
103°24	86	131 5	142	65 18	75	43°30	120	41° 5	30			103°20	50	102 20	7	60°15	49	59 43	33
101 46	12	131 5	142	66 18	135	41 2	28	40 35	60			103 20	50	102 27	10	58 0	86		
103 10	72	131 55	92	63 37	26	41 18	12	43 25	110			101 36	54			58 30	56		
101 56	2	133 0	27	62 52	71	39 43	107	42 20	45			100 44	106			54 56	270		
103 18	80	133°42	15	63°20	43	41 18	12	40 25	70			105 25	175			62 20	174		
102 48	50	133 42	15	65 28	85	41 40	10	40 48	47			103 5	35			66 10	404		
101 56	2	134 47	80	65 15	72	41 50	20	40 50	45			103 44	74			56 23	183		
100 55	63	132 0	87	66 19	136	41 42	12	40 15	80			102 58	28			63 50	264		
103 0	62	134 20	53	63 10	53	39 43	107	41 10	25			102 46	16			64 48	322		
102 45	47	134 20	53	64 35	32	40 13	77	41 15	20			103 3	33			56 46	160		
101 58	8	133 42	15	66 30	147	41 30	7	41 35	7			102 30	8			59 26	35		
101 41		132 19	68	65 56	113	42 5		41 47				101 59				58 12			
101 43		132 20	67	66 7	124	41 12		41 46				102 30				59 53			
102 30		131 5	142	63 9	54	41 12		41 13				103 0				60 12			
		133 50	23	63 10	53														
		133 0	27	65 35	92														
		133 27	10	64 3	10														
		133 38		63 4															
		133 27		64 13															
		183 16		64 53															

Tabelle XVIII.

aA	aB	aC	bA	bB	bC	cA	cB	cC	dA	dB	dC
132°52	138°18	85°13	113°41	35°59	69°26	31°20	101°31	60°35	102° 0	99°16	15°53
—	—	84 31	112 44	34 11	69 42	30 37	101 11	59 56	102 5	99 12	15 47
132°52	138°18	84°52	113°12	35° 5	69°34	30°59	101°21	60°16	102° 2	99°14	15°50

während die Lamellenspuren auf den Schnittflächen folgende, aus den Mittelzahlen Tabelle XVII berechnete Winkel mit einander einschliessen.

Tabelle XIX.

	a mit b	a mit c	a mit d	b mit c	b mit d	c mit d
auf A . . .	147°38	56°38	73° 7	91° 0	74°31	16°29
auf B . . .	35 23	144 22	70 27	109 6	35 4	74 2
auf C . . .	110 31	119 7	17 49	130 22	92 42	136 56

Aus den Werthen der Tabellen XVIII und XIX berechnen sich nunmehr die Winkel *ab*, *ac*. . . . ., jeder dreimal (auf stumpfe Winkel reducirt).

Tabelle XX.

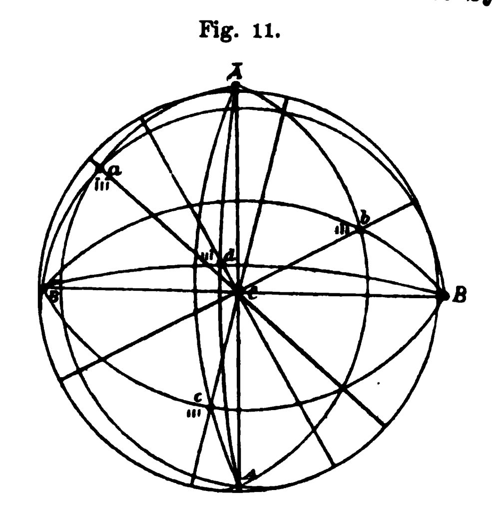
aus	$\bar{a}b$	aus	$\bar{a}c$	aus	ad	aus	$b\bar{c}$	aus	bd	aus	cd	Mittel
Aab	72°26	Aac	67°56	Aad	69°31	Abc	69°45	Abd	71°13	Acd	72°10	70°30
Bac	72 35	Bac	67 25	Bad	70 10	Bbc	69 48	Bbd	70 33	Bcd	72 40	70 32
Cab	72 47	Cac	67 53	Cad	69 50	Cbc	69 17	Cbd	71 6	Ccd	72 17	70 32
	72°36		67°45		69°50		69°37		70°57		72°22	70°31

Das Gesammtmittel ist 70°31 und wir erhalten mit noch grösserer Näherung als im früheren Falle:

$$\bar{a}b = cd = 72°29; \quad ad = b\bar{c} = 69°44; \quad \bar{a}c = 67°45; \quad bd = 70°57.$$

8. Symbole der Schnittflächen.

Fig. 11.



Die Ermittlung der Symbole der Schnittflächen erfolgt nunmehr so, als ob an einer monoklinen Substanz die Winkel dreier unbekannter Flächen A, B, C gegen die vier Flächen der monoklinen Pyramide a, b, c, d gegeben wären. Setzen wir (Fig. 11):

$$c\,(111) \quad \bar{b}\,(\bar{1}11) \quad a\,(\bar{1}1\bar{1}) \quad d\,(11\bar{1}) \quad A\,(efg) \quad B\,(hkl)$$
$$C\,(pqr) \quad P\,(100) \quad M\,(010) \quad T\,(001),$$

so gleichen wir zuerst die vier Pyramidenwinkel untereinander aus, indem wir in den beiden Dreiecken acd und $a\bar{b}d$ aus den bekannten Seiten die Winkel rechnen; wir bekommen dann wegen der Gleichheiten des monoklinen Systemes:

$$ad\bar{b} = c\bar{b}d = adc - cd\bar{b} = adc - a\bar{b}d \quad \text{u. s. f.}$$

jeden Winkel einmal direct und dann aus der Differenz zweier anderer; werden alle sich so ergebenden Abweichungen gleichmässig auf die drei zusammengehörigen Winkel vertheilt, so kommt jeder direct gefundene Winkel um ein Drittel seiner Abweichung vom berechneten zu corrigiren; es wird also (mit Berücksichtigung der oben weggelassenen Decimalstellen):

Tabelle XXI.

	$a\bar{b}d$	$\bar{b}da$	$da\bar{b}$	dca	cad	adc
direct . . .	60°26·2	62° 9·9	118°46·5	58°32·8	60° 8·7	122°41·0
indirect . .	60 31·1	62°14·8	118 41·5	58 37·8	60 13·7	122 36·1
corrigirt . .	60°27 8	62°11·5	118°44·9	58°34·5	60°10·4	122°39·3

Hieraus berechnen sich zurück die Seiten

Tabelle XXII.

da	$a\bar{b}$	$\bar{b}d$	ad	dc	ca
69°44·1	72°29·9	109° 2·1	69°44·0	72·30·0	112°14·5

welche genügend ausgeglichen sind; es können daher sowohl jene corrigirten Winkel, als auch die ausgeglichenen Seiten

$$ad = \bar{b}c = 69°44{\cdot}0;\quad a\bar{b} = cd = 72°30{\cdot}0;\quad ac = 112°14{\cdot}5;\quad \bar{b}d = 109°2{\cdot}1$$

zur Berechnung der monoklinen Elemente verwendet werden, und wir finden so:

$$a : b : c = 0{\cdot}99621 : 1 : 0{\cdot}96317;\quad \eta = 93°25'8.$$

Zur weiteren Berechnung wäre es am correctesten, die direct gemessenen Winkel in Tabelle XIII zu verwenden; nachdem jedoch der Elementenberechnung ausgeglichene Werthe zu Grunde liegen, kann man auch diese Ausgleichswerthe zur Indicesbestimmung benützen, und zwar empfiehlt es sich, die Winkel abA, baA... zu wählen, welche bei der Berechnung der Winkel ab, ac... (Tab. XX) aus den Grössen der Tabellen XVIII und XIX sich ergeben; diese Werthe sind:

Tabelle XXIII.

Aab	*Aac*	*Aad*	*Aba*	*Abc*	*Abd*	*Aca*	*Acb*	*Acd*	*Ada*	*Adb*	*Adc*
148°55·8	27°38·4	87°31·7	155°41·8	33°16·3	95°23·0	138°39·6	101°37·5	163° 3·6	131°31·3	110°40·2	8°49·6
Bab	***Bac***	***Bad***	***Bba***	***Bbc***	***Bbd***	***Bca***	***Bcb***	***Bcd***	***Bda***	***Bdb***	***Bdc***
20°24·8	141°54·8	81°26·8	156°11·4	80°50·3	143° 1·6	155°15·4	35°21·7	96°15·2	138°12·4	20°30·0	99° 5·6
Cab	***Cac***	***Cad***	***Cba***	***Cbc***	***Cbd***	***Cca***	***Ccb***	***Ccd***	***Cda***	***Cdb***	***Cdc***
66°41·9	54°58·2	5° 6·1	77°33·9	45° 1·3	16°44·5	69°55·2	49°45·7	11°16·6	161° 3·3	81°37·9	38°29·6

Nach dem bisherigen Principe der Ausgleichung wären nun aus allen Dreiecken PAa, PAb.....MAa, MAb....TAa, ...PBa....MBa; die Winkel $AMT = AMe + cMT$ u. s. w. zu berechnen; die Seiten Aa...

sind in Tabelle XVIII gegeben, die Winkel *Pa*... *Ma*.... sind aus den ausgeglichenen Fundamentalwinkeln (Tab. XXII) berechenbar, und zwar:

Tabelle XXIV.

	a	$\bar{b}$	*c*	*d*
P	126°31·8	123°12·2	53°28·2	56°47·8
M	56 7·3	54 31·0	56 7·3	54 31·0
T	127 49·8	55 20·0	52 10·2	124 40·0

ebenso die Winkel *cMT*...:

Tabelle XXV.

$aPM = \bar{b}PM = cPM = dPM = 46°4·5$

$180° - aMT = cMT = 42°22·5$; $\bar{b}MT = 180° - dMT = 45°41·5$

$aM\bar{P} = cMP = 44°11·7$; $\bar{b}M\bar{P} = dMP = 47°44·8$

$aTM = \bar{b}TM = cTM = dTM = 45°6·5$.

Wir bestimmen nun jeden Winkel *AMT*... viermal, aus den Dreiecken zu *a*, $\bar{b}$, *c* und *d*; aus den Mitteln dieser Winkel aber findet man nach bekannten Formeln [1] die Indices (*hkl*); wir erhalten so:

Tabelle XXVI.

	APM	*l:k*	*AMT*	*l:h*	*ATM*	*h:k*
A	79°42·6 79 58·5 79 54·8 79 45·6	5·374 (5·359)	22°13·6 22 14·8 22 14·1 22 17·4	2·301 (2·308)	66°51·2 66 50·7 66 54·2 66 45·0	2·329 (2·336)
	79°50·4		22°15·0		66°50·3	
	$\bar{B}PM$	*k:l*	$\bar{B}MT$	*h:l*	$\bar{B}TM$	*k:h*
B	4°39·3 4 16·6 4 15·1 4 41·2	13·286 (13·618)	86°15·5 86 31·6 86 41·0 86 6·8	—8·423 (8·223)	31°41·0 31 41·1 31 54·0 32 7·9	—1·616 (1·576)
	4°28·1		86°23·7		31°51·0	
	CPM	*k:l*	*CMT*	*h:l*	*CTM*	*h:k*
C	38°27·6 37 51·8 38 21·3 38 28·4	—1·315 (1·316)	64°18·4 64 13·5 64 22·8 64 11·9	—1·913 (1·912)	55°28·7 55 33·5 55 38·1 55 39·1	1·454 (1·454)
	38°17·2		64°16·7		55°34·9	

[1] Bedeutet *Q* eine der Flächen *ABC*, (*xyz*) ihre Indices, so ist

$$\frac{y}{z} = \frac{\text{tang}\,QPT}{\text{tang}\,cPT};\quad \frac{z}{x} = \frac{\sin cMT\,\sin QMP}{\sin cMP\,\sin QMT};\quad \frac{x}{y} = \frac{\text{tang}\,QTM}{\text{tang}\,cTM},$$

worin sowohl *c* diejenige der Flächen $a\bar{b}cd$, als auch *PMT* diejenigen Pinakoïdflächen sind, welche mit *Q* im selben Octanten liegen.

Die vier Einzelwerthe jedes Winkels APM...folgen in der Reihe der Dreiecke mit $a\bar{b}cd$ aufeinander; dass der von den drei übrigen erheblicher abweichende Winkel cPM aus $\bar{b} = 37°51·3$ nicht fehlerhaft berechnet ist, zeigt sich daraus, dass bei Aufnahme desselben in das Mittel die Uebereinstimmung der drei Indicesverhältnisse eine bessere ist, als bei alleiniger Berücksichtigung der drei einander nahestehenden Werthe; letztere geben nämlich $k:l = 1·3254$.

Unter jedem direct gefundenen Indexverhältnisse steht in Klammern das aus den beiden anderen Verhältnissen berechnete.

Grössere Abweichungen zeigen sich nur bei der Fläche $\bar{B}$; wegen der Unsicherheit der nahe an 0 und 90° reichenden Winkel BPM und BMT erscheint es desshalb gerathen, den genauer bestimmbaren Werth $k:h$ zu belassen und die beiden anderen (beziehungsweise ihre Logarithmen) gegeneinander abzugleichen; wenn wir ausserdem bei den anderen zwei Flächen die Logarithmen der drei Axenverhältnisse gegeneinander ausgleichen, bekommen wir die Werthe

$$A;\ l:k = 5·369;\quad l:h = 2·331;\quad h:k = 2·303$$
$$\bar{B};\ k:l = 13.451;\quad h:l = 8·325;\quad k:h = -1·616$$
$$C;\ k:l = -1·315;\quad h:l = -1·913;\quad h:k = 1·454$$

und die Symbole

$$A\ (2·303,\ 1,\ 5·369)\quad B\,(8·325,\ \overline{13·451},\ \bar{1})\quad C\ (1·913,\ 1·315,\ \bar{1}).$$

Dass diese Ausgleichungsweise zweckmässig ist, zeigt die folgende Zusammenstellung der direct gefundenen Winkel mit den aus den beiden anderen Axenverhältnissen berechneten und den ausgeglichenen Werthen:

Tabelle XXVIII.

	APM	*AMT*	*ATM*	*$\bar{B}$PM*	*$\bar{B}$MT*	*$\bar{B}$TM*	*CPM*	*CMT*	*CTM*
Direct . . .	79°50·4	22°15·0	66°50·3	4°28·1	86°23·7	31°51·0	38°17·2	64°16·7	55°34·9
Berechnet .	79 27·0	22 11·5	66 54·0	4 21·6	86 13·1	32 29·3	38 16·8	64 16·3	55 35·2
Ausgeglichen	79 49·8	22 13·9	66 51·5	4 24·8	86 18·5	31 51·0	38 17·1	64 16·5	55 35·0

Mit Hilfe dieser Indices berechnen sich aus den Elementen die folgenden Werthe, denen die beobachteten aus den Tabellen XVI, XVII und XIX gegenüber gestellt sind:

Tabelle XXIX.

	Messung	Rechnung		Messung	Rechnung		Messung	Rechnung
BAC	91°21	91°43	*ABa*	172°25	172° 8	*bAc*	91° 9	90°56
CBA	88 9	88 4	*ABb*	137 2	137 6	*bAd*	74 31	74 16
ACB	88 15	88 12	*ABc*	27 56	27 3	*cAd*	16 29	16 40
BAa	172°10	172°51	*ABd*	101 58	101 1	*aBb*	35°23	35° 2
BAb	24 32	25 8	*ACa*	133°22	133°22	*aBc*	144 29	144 5
BAc	115 32	116 4	*ACb*	116 7	115 44	*aBd*	70 27	70 11
BAd	99 3	99 24	*ACc*	14 15	14 4	*bBc*	109 6	109 3
CAa	80°49	81° 8	*ACd*	151 11	151 31	*bBd*	35 4	35 9
CAb	66 52	66 35	*BCa*	138°23	138°26	*cBd*	74 2	73 54
CAc	24 11	24 21	*BCb*	27 52	27 32	*aCb*	110°31	110°54
CAd	7 42	7 41	*BCc*	102 30	102 17	*aCc*	119 7	119 18
CBa	84°16	84° 4	*BCd*	120 34	120 17	*aCd*	17 49	18 9
CBb	48 53	49 2	*aAb*	147°38	147°43	*bCc*	130 22	129 48
CBc	60 13	60 1	*aAc*	56 38	56 47	*bCd*	92 42	92 45
CBd	13 49	13 53	*aAd*	73 7	73 27	*cCd*	136 56	137 27

t*

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende; die stärksten Differenzen zeigen sich auf der Fläche C, deren Symbolisirung bereits die schwankendste war, was offenbar von der erheblichen Krümmung dieser Fläche herrührt; unter den Winkeln BAa, BAb...fällt die Differenz des erstgenannten auf; er und der Winkel ABa sind diejenigen, welche, wie wir gesehen haben, durch ihre nahe Gleichheit die Berechnung eines Dreieckes unmöglich machten: zwischen Beobachtung und Rechnung kehrt sich das Grössenverhältniss dieser beiden Winkel um.

9. Orientirung mittelst Tabelle IV.

Wir wollen die Flächen in der Reihenfolge ABC betrachten. Auf A (Taf. II) ist eine Verschiedenheit zwischen den Lamellen a und c einer-, b und d andererseits bemerkbar; erstere sind breiter, erscheinen flaserig, von etwas welliger Contour, letztere sind scharf und gerade, auch wesentlich schmäler als erstere; es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass erstere beiden die zwei flachsten, letztere die zwei steilsten Lamellen sind.

Das Fallen, welches, wie schon erwähnt, durch das Einspiegeln der kleinen Skelettchen kenntlich wird, geht für a deutlich nach rechts, für c nach links oben; bei den beiden übrigen bleibt dies einigermassen unentschieden, nachdem dieselben je in zwei um 180° verschiedenen Lagen einspiegeln, obwohl b deutlicher nach links unten spiegelt; danach scheint es, dass die Reihenfolge der Lamellen $d = \sigma$ steilste, $b = \mathfrak{S}$ zweitsteilste, $a = \Sigma$ zweitflachste und $c = s$ flachste seien; legen wir demnach die Fläche A so, dass c horizontal mit dem Fallen nach oben erscheint, so folgen $d\,b\,a\,c$ im Sinne der Uhrzeigerbewegung aufeinander und die Fläche wäre somit eine positive; damit stimmt der Sinn des Fallens, denn mit Ausnahme des nicht ermittelten, übrigens nicht beständigen Fallens der steilsten Lamelle fällt $\mathfrak{S}$ nach links, Σ nach rechts unten, wie es die Theorie verlangt (vergl. Fig. 6).

Die Messung der Spurenwinkel hatte (Tabelle XIX) die folgenden Winkel ergeben, welche jetzt als anliegende aufgeführt sind:

Tabelle XXX.

$db = \sigma\mathfrak{S}$	$ba = \mathfrak{S}\Sigma$	$ac = \Sigma s$	$cd = s\sigma$	$ad = \Sigma\sigma$	$bc = \mathfrak{S}s$
74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0

Diese Winkel liegen zwischen denjenigen der Flächen (831) und (6·123, 3, 1) der 4. Zone

Tabelle XXXI.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
(831)	75·2	27·2	61·9	15·7	77·6	89·0
	0·7	5·2	5·3	0·8	4·5	0·0
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0
	1·6	1·8	5·5	5·3	0·2	3·7
(6·123,3,1)	72·9	34·2	51·1	21·8	72·9	85·3

obwohl nicht im alleinigen Fortschreiten zwischen beiden, denn vermöge des 1., 4. und 6. Winkels liegt A nahe an 831, α_2 und α_5 nähern sich mehr (6·123, 31), während α_3 mitten zwischen beiden liegt, wie dies aus den zwischengeschalteten Differenzen ersichtlich.

Würden wir (731) durch Interpolation bilden — und zwar mit Berücksichtigung von Differenzen zweiter und dritter Ordnung — so erhielten wir:

Tabelle XXXII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
(731)	74·0	30·6	57·0	18·5	75·4	87·4

es würde also A nicht mehr zwischen zwei Flächen derselben Zone fallen; es ist desshalb nothwendig, zunächst durch Interpolation diejenige Fläche der Zone (h31) aufzusuchen, welche am nächsten an A liegt; wir haben — wenn diejenigen Differenzen negativ genommen werden, welche dem Sinne des Fortschreitens zwischen den beiden Grenzflächen entgegengesetzt sind —:

Tabelle XXXIII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(731)	74·0	30·6	57·0	18·5	75·4	87·4	
	−0·5	1·8	0·4	−2·0	2·3	−1·6	0·4
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0	
	1·6	1·8	5·5	5·3	0·2	3·7	18·1
(6·123, 3, 1)	72·9	34·2	51·1	21·8	72·9	85·3	

woraus (6·841, 3, 1) erhalten wird; nachdem diese Fläche noch erhebliche Differenzen gegen A ergibt (vergl. unten Tabelle XXXV), so müssen wir noch, um k zu verbessern, zu einer anderen Zone interpoliren, als welche, wie ein Blick auf Tabelle IV ergibt (h21), zu wählen ist; wir finden hierin (4·5414, 2, 1) und (421) als diejenigen zwei Flächen, zwischen denen A gelegen ist — was daraus hervorgeht, dass die $S\Delta$ für beide positiv wird; somit ergibt sich:

Tabelle XXXIV.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(4·5414, 2, 1)	73·1	33·9	57·9	15·2	73·1	91·7	
	−1·4	−1·5	1·3	1·3	0·0	2·7	2·4
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0	
	2·6	5·0	4·0	1·6	2·4	−1·0	14·6
(421)	71·9	37·4	52·6	18·1	70·7	90·0	

Dies gibt (4·465, 2, 1); nun bekommen wir zur weiteren Interpolation:

Tabelle XXXV.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(6·841, 3, 1)	73·8	31·3	55·9	19·1	74·9	87·0	
	−0·7	1·1	0·7	2·6	1·8	2·0	7·5
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0	
	1·6	2·0	0·5	0·9	0·3	2·5	7·8
(4·465, 2, 1)	72·9	34·4	57·1	15·6	72·8	91·5	

woraus sich endlich das Zeichen (5·676, 2·510, 1) ergibt.

Hätten wir nicht in jeder der beiden Zonen, zwischen denen A liegt, die an A nächste Fläche gesucht, und zwischen diesen interpolirt, sondern würden wir in jeder der beiden Zonen die vorliegenden, entsprechendsten Flächen (731) und (4·5414, 2, 1) benützen und zwischen diesen beiden ausgleichen, so würden wir erhalten:

Tabelle XXXVI.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(731)	74 0	30·6	57 0	18·5	75·4	87·4	
	—0·5	1·8	—0·4	2·0	2·3	1·6	6·8
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89 0	
	1·4	1·5	1·3	1·3	0·0	2·7	8·2
(4·5414, 2, 1)	73·1	33·9	57·9	15·2	73·1	91·7	

somit ein Symbol (5·886, 2·547, 1), das allerdings nicht sehr von dem früheren verschieden ist; doch ist es bei der leichten und kurzen Interpolation räthlicher, das genauere Verfahren anzuwenden; sollte man das abgekürzte wählen, so wäre es jedenfalls auf die Fälle zu beschränken, wo, wie hier, die zu symbolisirende Fläche erheblich näher an zweien der Nachbarflächen liegt, als an den beiden anderen.

Übrigens fallen Abweichungen von 0·5 bis selbst 1·0 bereits in die Grenzen der Fehler, welche man beim Interpoliren mit Differenzen erster Ordnung begeht, so dass man, wo eine grössere Genauigkeit gefordert wird, aus dem durch Interpolation gefundenen Zeichen jedenfalls mittelst Differenzen zweiter und dritter Ordnung die zugehörigen genauen Winkel interpoliren müsste.

Aus dem obigen Zeichen (5·676, 2·510, 1) ergeben sich die Winkel, verglichen mit Beobachtung.

Tabelle XXXVII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
A	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0
(5·676, 2·510, 1)	73·3	32·8	56·5	17·4	73·9	89·2

Wir haben nur das Zeichen der Fläche A unter der Voraussetzung bestimmt, dass es von der Form (hkl) oder $(\bar{h}\bar{k}\bar{l})$ sei, wobei $h > k > l$; diese Voraussetzung ist nämlich stillschweigend gemacht, wenn das Zeichen einer Fläche aus Tabelle IV bestimmt wird; hiebei hatten die Systeme *a b c d* der Reihe nach die Symbole $(11\bar{1})$ oder $(\bar{1}\bar{1}1)$, $(1\bar{1}1)$ oder $(\bar{1}1\bar{1})$, (111) oder $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$ oder $(\bar{1}11)$; welche von den Flächen das erste oder zweite Zeichen haben, bestimmen wir am einfachsten mittelst des Charakters der Flächen (ob positiv oder negativ).

Der Flächencharakter wird durch folgende Erwägung ermittelt: Wird im Symbol (hkl) einer Fläche das Vorzeichen eines Index geändert, so ändert sich der Flächencharakter; werden zwei Indexzeichen geändert, so stellt sich in Folge dessen der ursprüngliche Flächencharakter wieder her, bei dreifachem Zeichenwechsel ändert er sich wieder; es sind daher (hkl), $(h\bar{k}\bar{l})$, $(\bar{h}k\bar{l})$, $(\bar{h}\bar{k}l)$ einerseits, $(\bar{h}\bar{k}\bar{l})$, $(\bar{h}kl)$, $(h\bar{k}l)$, $(hk\bar{l})$ andererseits von gleichem Charakter; cyklische Vertauschungen der Indices lassen den Charakter ungeändert, andere Vertauschungen verkehren ihn.

Wir haben demnach unter den je zwei alten Symbolen diejenigen auszuwählen, welche mit den zugehörigen neuen Symbolen gleichen Charakter haben, weil sich dieser nicht verändern darf; dies geschieht aber dadurch, dass die Symbole mit derselben oder um zwei verschiedenen Anzahl von negativen Indices gewählt werden, falls eine cyklische Vertauschung hinreicht, um die Indices in einander überzuführen; ist dies durch eine cyklische Vertauschung nicht möglich, so müssen die durch eine ungerade Zahl von negativen Indices von

einander verschiedenen Symbole gewählt werden. Dabei ist natürlicherweise vorausgesetzt, dass die neuen Symbole nicht etwa untereinander einen Widerspruch enthalten, dass sie also der räumlichen Vertheilung der durch sie dargestellten Octaëder- oder Pyramidenflächen entsprechen.

Wir überzeugen uns auf die angegebene Weise, dass im vorliegenden Falle nur die obere Reihe (Tabelle XXXV) alter Symbole möglich ist:

Tabelle XXXVIII.

	a	*b*	*c*	*d*	*A*
alte Symbole	$(\bar{1}\bar{1}1)$ (111)	$(\bar{1}1\bar{1})$ $(1\bar{1}1)$	(111) $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{1}11)$ $(1\bar{1}\bar{1})$	(5·676, 2·51, 1)
neue Symbole	$(\bar{1}11)$	$(1\bar{1}\bar{1})$	(111)	$(11\bar{1})$	

Indem nämlich die neuen Indices aus den alten dadurch hervorgehen, dass (hkl) in (klh) permutirt wird und dies eine cyklische Vertauschung ist, müssen die Symbole mit gleicher Zahl negativer Indices genommen werden; dieselbe Veränderung muss mit dem Zeichen von A vorgenommen werden, das dadurch in (2·51 1, 5·68) übergeht; hiebei ist wieder zwischen diesem und dem entgegengesetzten ($\overline{2·51}$, $\bar{1}$, $\overline{5·68}$) zu unterscheiden, was in gleicher Weise mit Rücksicht auf den Charakter der Fläche A geschieht; derselbe ist positiv, unter den beiden angeführten Zeichen stellt (2·51, 1, 5·68), weil durch cyklische Vertauschung aus (5·68, 2·53, 1) erhalten, eine positive Fläche dar, folglich ist dies das Zeichen von A.

Vergleichen wir hiermit das durch directe krystallonomische Methoden ermittelte (2·303, 1, 5·369), so finden wir eine erträgliche Uebereinstimmung, umsomehr als ersteres unter der Annahme des tesseralen, letzteres des monoklinen Systemes gefunden wurde.

Für die Fläche B (Tafel III) finden wir ähnlich wie im früheren Falle zwei scharfe, schmale Lamellen c und d und zwei breite, etwas verflaserte a und b; die Reihenfolge der Lamellenbreite ist hier ohne weiters ersichtlich, sie ist in steigender Ordnung, d c a b; das Fallen geht, wenn B seitlich steht wie in Fig. 9, für a deutlich nach vorne, für b ebenso offenbar nach oben rückwärts; für c ist es nicht mit Sicherheit bestimmbar, doch scheint es nach unten rückwärts zu gehen; für d ist es unbestimmbar; wird B so gelegt, dass die Spur von b horizontal mit dem Fallen nach oben geht, so sehen wir, dass die Fläche negativ ist, und der Sinn des Fallens in den beobachteten Fällen mit dem von der Theorie geforderten übereinstimmt.

Die Spurenwinkel ergeben sich aus Tabelle XIX wie folgt:

Tabelle XXXIX.

	$dc = \sigma\mathfrak{S}$	$ca = \mathfrak{S}\Sigma$	$ab = \Sigma s$	$bd = s\sigma$	$ad = \Sigma\sigma$	$bc = s\mathfrak{S}$
B	74°2	35°31	35°23	35°4	70°27	70°54

Man sieht sofort, dass die Fläche B nahe an der eigenthümlichen Fläche (1·618, 1, 0) liegen müsse, für welche je drei und drei der sechs Winkel α einander gleich werden. Die Flächen, welche zum Vergleiche in Betracht kommen, sind folgende, wobei unter S [Δ] die Summen der absoluten Grössen der Differenzen zwischen beobachteten und berechneten Spurenwinkeln gegeben sind.

Tabelle XL.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\,\Delta$
(530)	72·2	35·0	37·9	35·0	72·9	72·9	9·3
(1·618, 1, 0)	72·0	36·0	36·0	36·0	72·0	72·0	6·6
(320)	71·6	38·7	31·0	38·7	69·7	69·7	14·8
(14, 8, 1)	72·4	35·5	41·1	31·0	72·1	76·6	18·7
(13·176, 8, 1)	72·0	37·4	37·4	33·1	70·6	74·9	12·0
(12·624, 8, 1)	71·7	38·9	34·7	34·7	69·4	73·9	10·9
B	74·0	35·5	35·4	35·1	70·5	70·9	

Würden wir zwischen den zwei nächsten Flächen in den zwei Zonen interpoliren, so hätten wir — unter $S\,\Delta$ die Fehlersummen mit Berücksichtigung des Zeichens verstanden —

Tabelle XLI.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(1·618, 1, 0)	72·0	36·0	36·0	36·0	72·0	72·0	
	—2·0	—0·5	0·6	0·9	1·5	—1·1	—0·6
B	74·0	35·5	35·4	35·1	70·5	70·9	
	2·3	3·4	0·7	0·4	1·1	3·0	10·9
(12·624, 8, 1)	71·7	38·9	34·7	34·7	69·4	73·9	

Die Differenzensumme wäre oben —0·6, unten 10·9, so dass also *B* noch jenseits der Fläche (1·618, 1, 0) liegen müsste, was unmöglich ist, nachdem diese Fläche bereits das Endglied der Reihe mit wachsenden $\frac{k}{l}$ vorstellt; es kann also nicht zwischen diesen beiden Zonen, sondern es muss zwischen zwei Flächen der ersten Zone interpolirt werden; wir erhalten

Tabelle XLII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(530)	72·2	35·0	37·9	35·0	72·9	72·9	
	—1·8	0·5	2·5	0·1	2·4	2·0	5·7
B	74·0	35·5	35·4	35·1	70·5	70·9	
	2·0	0·5	—0·6	0·9	—1·5	—1·1	0·2
(1·618, 1, 0)	72·0	36·0	36·0	36·0	72·0	72·0	

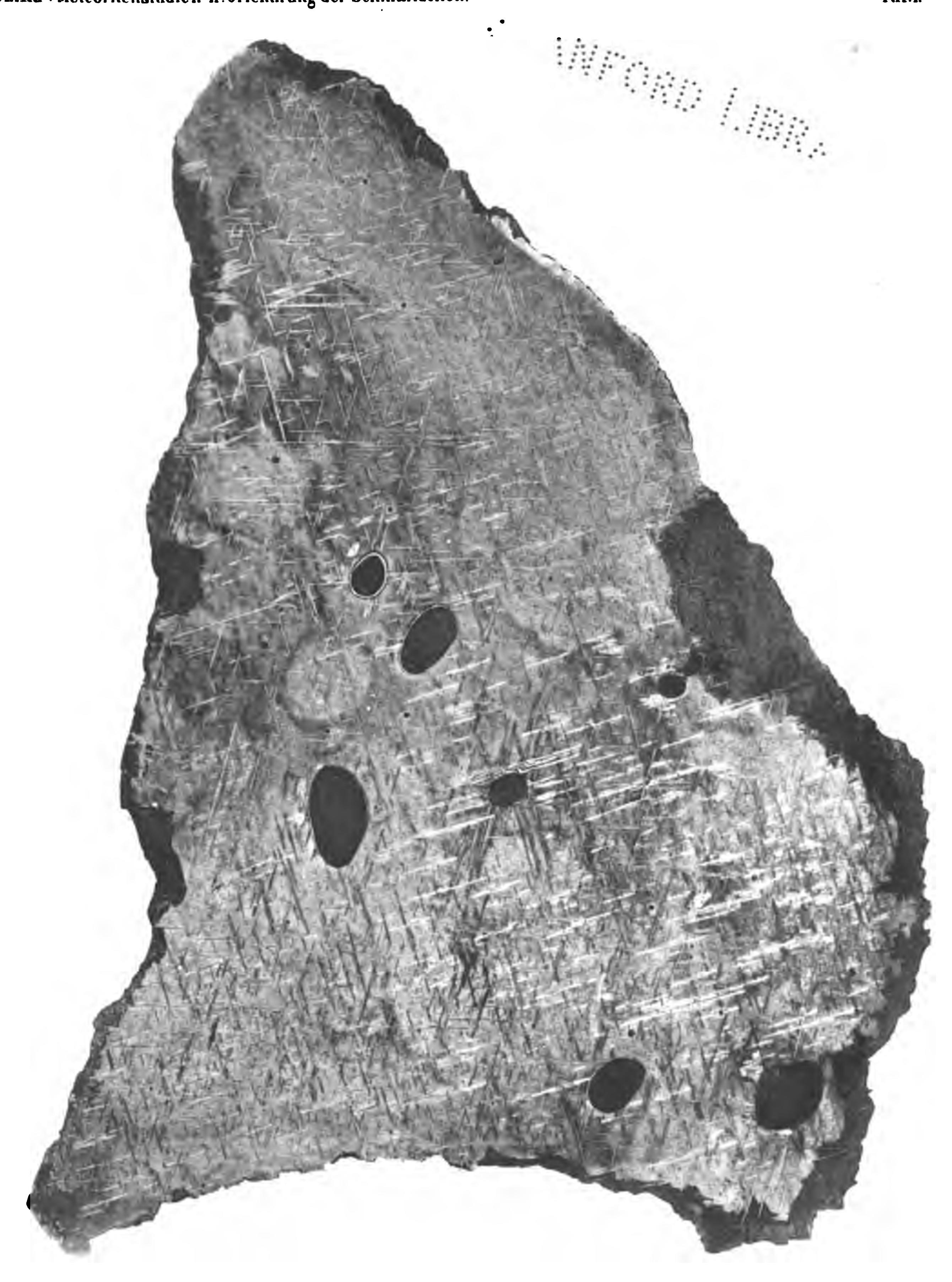
also eine so unbedeutende Differenzensumme zwischen *B* und (1·618, 1, 0), dass aus diesem Verhalten im Zusammenhalte mit den Zahlen der Tabelle XLI hervorgeht, dass, soweit durch Interpolation mit Differenzen erster Ordnung aus Tabelle IV das Zeichen bestimmt werden kann, (1·618, 1, 0) dafür anzunehmen ist.

Stellen wir wie in Tabelle XXXVIII die hiebei angenommenen Symbole der Flächen $a = \Sigma = (11\bar{1})$; $b = s = (111)$; $c = \mathfrak{S} = (1\bar{1}1)$; $d = \sigma = (1\bar{1}\bar{1})$ mit den ihnen definitiv zukommenden zusammen, so erhalten wir:

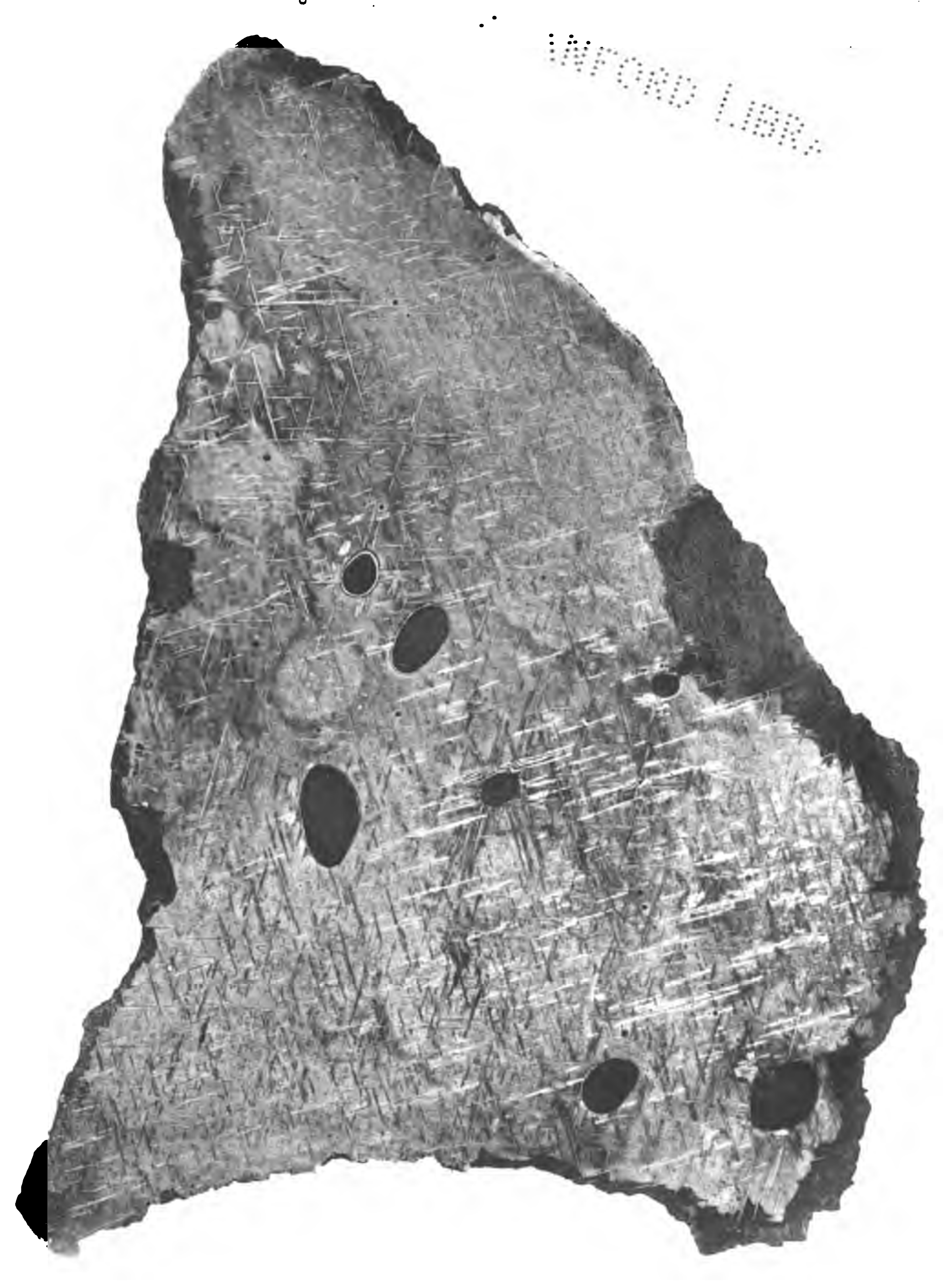
Tabelle IV.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
(hkl)	$\sigma=(1\bar{1}1)$		α_1	$\mathfrak{S}=(1\bar{1}1)$		α_2	$\Sigma=(11\bar{1})$		α_3	$s=(111)$		α_4	α_5	α_6
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
10 1 0	9339	1·0	84·8	9339	1·0	5·7	8909	1·1	83·7	8909	1·1	5·7	89·4	89·4
9 1 0	9346	1·0	84·3	9346	1·0	6·4	8867	1·1	82·9	8867	1·1	6·4	89·3	89·3
8 1 0	9372	1·0	83·6	9372	1·0	7·2	8835	1·1	82·0	8835	1·1	7·2	89·2	89·2
7 1 0	9404	1·0	82·9	9404	1·0	8·2	8792	1·2	80·6	8792	1·2	8·2	88·8	88·8
6 1 0	9446	1·0	82·0	9446	1·0	9·6	8735	1·2	78·8	8735	1·2	9.6	88·4	88·4
5 1 0	9501	1·0	80·7	9501	1·0	11·5	8655	1·2	76·2	8655	1·2	11·5	87·7	87·7
4 1 0	9578	1·0	79·0	9578	1·0	14·4	8537	1·3	72·2	8537	1·3	14:4	86·6	86·6
3 1 0	9689	1·0	76·7	9689	1·0	19·4	8345	1·4	64·6	8345	1·4	19·4	84·0	84·0
5 2 0	9765	1·0	75·1	9765	1·0	23·3	8203	1·4	58·2	8203	1·4	23·3	81·5	81·5
2 1 0	9850	1·0	73·4	9850	1·0	29·2	8010	1·5	48·2	8010	1·5	29·2	77·4	77·4
5 3 0	9913	1·0	72·2	9913	1·0	35·0	7856	1·6	37·9	7856	1·6	35·0	72·9	72·9
1·618 1 0	9923	1·0	72·0	9923	1·0	36·0	7832	1·6	36·0	7832	1·6	36·0	72·0	72·0
3 2 0	9943	1·0	71·6	9943	1·0	38·7	7775	1·6	31·0	7775	1·6	38·7	69·7	69·7
4 3 0	9970	1·0	71·1	9970	1·0	43·2	7699	1·7	22·6	7699	1·7	43·2	65·8	65·8
5 4 0	9982	1·0	70·9	9982	1·0	45·7	7666	1·7	17·7	7666	1·7	45·7	63·4	63·4
10 9 0	9996	1·0	70·6	9996	1·0	50·5	7627	1·7	8·5	7627	1·7	50·5	59·0	59·0
1 1 0	·0000	1·0	70·5	·0000	1·0	54·7	7614	1·7	0·0	7614	1·7	54·7	54·7	54·7
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
128·16 8 1	9264	1·0	86·6	9236	1·0	4·0	9000	1·1	86·2	8961	1·1	3·1	89·3	90·3
64 8 1	9397	1·0	83·7	9346	1·0	8·1	8877	1·1	81·9	8792	1·1	6·3	88·2	90·0
60 8 1	9432	1·0	83·3	9379	1·0	8·6	8861	1·1	81·4	8787	1·2	6·7	88·1	89·9
30 8 1	9639	1·0	78·5	9562	1·0	17·1	8610	1·3	70·7	8382	1·3	13·7	84·4	87·8
20 8 1	9801	1·0	75·1	9720	1·0	25·4	8395	1·4	58·4	7995	1·5	21·1	79·5	83·9
14·157 8 1	9926	1·0	72·5	9856	1·0	35·1	8207	1·5	41·8	7569	1·7	30·7	72·3	76·9
14 8 1	9930	1·0	72·4	9860	1·0	35·5	8201	1·5	41·1	7555	1·7	31·0	72·1	76·6
13·176 8 1	9946	1·0	72·0	9879	1·0	37·4	8173	1·5	37·4	7478	1·8	33·1	70·6	74·9
12·624 8 1	9957	1·0	71·7	9896	1·0	38·9	8157	1·5	34·7	7420	1·8	34·7	69·4	73·6
11·822 8 1	9972	1·0	71·5	9915	1·0	40·9	8154	1·5	30·6	7379	1·8	37·0	67·6	71·5
10 8 1	9996	1·0	70·7	9960	1·0	46·9	8097	1·5	18·0	7163	1·9	44·4	62·4	65·0
65 56 7	9999	1·0	70·5	9975	1·0	49·6	8093	1·6	12·2	7099	2·0	47·7	59·9	61·7
9 8 1	·0000	1·0	70·4	9980	1·0	50·7	8098	1·5	9·7	7078	2·0	49·2	58·9	60·4
8 8 1	9994	1·0	70·3	9994	1·0	54·8	8112	1·5	0·0	7017	2·0	54·8	54·8	54·8
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
40 4 1	9368	1·0	84·8	9280	1·0	7·2	8958	1·1	83·7	8827	1·1	4·3	88·0	90·9
32·122 4 1	9422	1·0	83·7	9318	1·0	8·9	8931	1·1	82·0	8750	1·2	5·4	87·4	90·9
20 4 1	9570	1·0	80·6	9430	1·0	14·2	8807	1·2	76·4	8497	1·3	8·8	85·2	90·6
16 4 1	9653	1·0	78·9	9498	1·0	17·6	8738	1·2	72·4	8322	1·4	11·1	83·5	90·0
14 4 1	9705	1·0	77·8	9544	1·0	20·0	8693	1·3	69·4	8192	1·4	12·8	82·2	89·4
10 4 1	9839	1·0	74·8	9673	1·0	27·5	8574	1·3	59·0	7775	1·6	18·7	77·7	86·5
8 4 1	9918	1·0	73·0	9765	1·0	33·5	8504	1·4	49·3	7418	1·8	24·2	73·5	82·8
7·7202 4 1	9929	1·0	72·7	9777	1·0	34·6	8495	1·4	47·4	7364	1·8	25·3	72·7	82·0
7 4 1	9955	1·0	72·0	9817	1·0	37·5	8472	1·4	42·1	7178	1·9	28·4	70·5	79·5
6·6533 4 1	9968	1·0	71·6	9837	1·0	39·1	8464	1·4	39·1	7084	1·9	30·3	69·3	78·1
6·1098 4 1	9984	1·0	71·2	9867	1·0	41·7	8455	1·4	33·6	6926	2·0	33·6	67·1	75·3
6 4 1	9987	1·0	71·1	9874	1·0	42·3	8454	1·4	32·3	6892	2·0	34·3	66·6	74·6
17 12 3	9993	1·0	70·7	9893	1·0	44·1	8452	1·4	28·3	6789	2·1	36·8	65·1	72·5
5·4051 4 1	9997	1·0	70·5	9907	1·0	45·7	8453	1·4	24·8	6692	2·1	39·0	63·8	70·5
5 4 1	·0000	1·0	70·2	9930	1·0	48·2	8460	1·4	18·8	6573	2·2	42·8	61·6	67·0
9 8 2	9995	1·0	69·9	9956	1·0	51·6	8480	1·4	10·2	6421	2·3	48·4	58·6	61·7
4 4 1	9978	1·0	69·7	9978	1·0	55·1	8517	1·4	0·0	6298	2·3	55·1	55·1	55·1
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
30 3 1	9382	1·0	84·8	9265	1·0	7·6	8979	1·1	83·8	8804	1·1	3·8	87·6	91·4
18·079 3 1	9526	1·0	81·9	9359	1·0	12·5	8896	1·2	79·2	8570	1.2	6·4	85·6	91·7
16 3 1	9568	1·0	81·0	9388	1·0	14·1	8869	1·2	77·5	8495	1·3	7·4	84·9	91·6
11 3 1	9711	1·0	78·0	9499	1·0	20·3	8779	1·2	70·7	8155	1·4	11·0	81·7	91·0
9 3 1	9791	1·0	76·3	9571	1·1	24·4	8728	1·3	65·6	7908	1·5	13·7	79·3	90·0
8 3 1	9838	1·0	75·2	9616	1·1	27·2	8700	1·3	61·9	7729	1·6	15·7	77·6	89·0
6·1231 3 1	9930	1·0	72·9	9724	1·1	34·2	8649	1·3	51·1	7242	1·9	21·8	72·9	85·3
6 3 1	9936	1·0	72·7	9732	1·0	34·8	8646	1·3	50·1	7199	1·9	22·4	72·5	84·9
5 3 1	9979	1·0	71·3	9795	1·0	40·2	8635	1·4	40·2	6795	2·1	28·3	68·5	80·4
9 6 2	9994	1·0	70·6	9845	1·0	43·4	8639	1·4	33·4	6540	2·2	32·5	65·9	76·8
4·4647 3 1	9995	1·0	70·6	9848	1·0	43·6	8640	1·4	32·9	6528	2·2	32·9	65·8	76·5
4 3 1	·0000	1·0	70·0	9885	1·0	47·0	8655	1·4	24·9	6270	2·4	38·1	63·0	71·9
3·8284 3 1	9999	1·0	69·8	9900	1·0	48·4	8664	1·4	21·4	6172	2·4	40·4	61·8	69·8
7 6 2	9992	1·0	69·4	9925	1·0	51·0	8689	1·4	13·9	5983	2·5	45·6	59·5	65·0
10 9 3	9984	1·0	69·3	9938	1·0	52·5	8705	1·3	9·6	5893	2·6	48·6	58·2	62·1
3 3 1	9962	1·0	69·1	9962	1·0	55·5	8746	1·3	0·0	5736	2·6	55·5	55·5	55·5
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
20 2 1	9410	1·0	84·7	9235	1·0	8·5	9076	1·1	83·9	8821	1·1	2·9	86·8	92·4
10 2 1	9633	1·0	80·3	9354	1·1	16·8	8947	1·2	76·9	8330	1·4	6·0	82·9	93·7
7·9849 2 1	9722	1·0	78·4	9414	1·1	20·7	8922	1·2	73·2	8095	1·5	7·7	80·9	93·9
7 2 1	9774	1·0	77·2	9454	1·1	23·4	8908	1·2	70·5	7914	1·5	8·9	79·4	93·9
5 2 1	9902	1·0	74·0	9575	1·1	31·3	8891	1·3	61·3	7296	1·8	13·4	74·7	92·6
4·5414 2 1	9932	1·0	73·1	9613	1·1	33·9	8893	1·3	57·9	7076	1·9	15·2	73·1	91·7
4 2 1	9965	1·0	71·9	9665	1·1	37·4	8902	1·3	52·6	6734	2·1	18·1	70·7	90·0
7 4 2	9990	1·0	70·7	9721	1·1	41·2	8922	1·3	46·1	6319	2·3	22·0	68·1	87·2
3·3029 2 1	9996	1·0	70·2	9744	1·1	42·8	8934	1·3	42·8	6122	2·4	24·1	67·0	85·7
3 2 1	·0000	1·0	69·5	9783	1·1	45·6	8939	1·3	36·8	5775	2·6	28·1	64·9	82·4
2·7693 2 1	9998	1.0	69·0	9813	1·0	47·6	8981	1·3	31·7	5497	2·8	31·7	63·4	79·3
8 6 3	9993	1·0	68·7	9827	1·0	48·9	8997	1·3	28·2	5326	2·9	34·2	62·4	77·0
5 4 2	9984	1·0	68·3	9850	1·0	50·6	9021	1·2	22·8	5079	3·1	38·3	61·1	73·4
7 6 3	9968	1·0	68·0	9873	1·0	52·5	9049	1·2	16·4	4823	3·3	43·2	59·6	68·9
2·3028 2 1	9966	1·0	67·9	9877	1·0	52·8	9055	1·2	15·1	4776	3·3	44·2	59·3	67·9
9 8 4	9959	1·0	67·8	9885	1·0	53·4	9065	1·2	12·8	4696	3·4	46·0	58·8	66·2
11 10 5	9952	1·0	67·7	9891	1·0	54·0	9074	1·2	10·4	4621	3·4	47·9	58·3	64·4
2 2 1	9918	1·0	67·4	9918	1·0	56·3	9119	1·2	0·0	4348	3·6	56·3	56·3	56·3

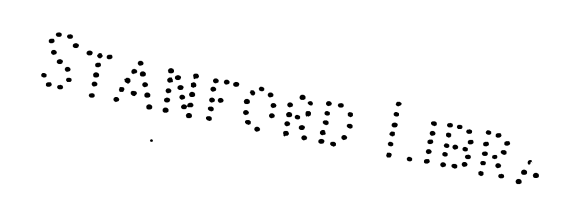
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
(hkl)	$\sigma=(1\bar{1}\bar{1})$		α_1	$\mathfrak{S}=(1\bar{1}1)$		α_2	$\Sigma=(11\bar{1})$		α_3	$s=(111)$		α_4	α_5	α_6
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
60 3 2	9290	1·0	87·2	9159	1·0	4·8	9087	1·0	87·1	8927	1·1	0·9	88·0	91·8
30 3 2	9440	1·0	84·6	9206	1·1	9·5	9064	1·1	84·0	8615	1·3	1·9	85·9	93·4
16 3 2	9642	1·0	80·5	9285	1·1	17·4	9038	1·1	78·3	8276	1·4	3·8	82·1	95·7
13 3 2	9729	1·0	78·7	9335	1·1	21·1	9035	1·2	75·5	8045	1·5	4·7	80·2	96·5
11 3 2	9797	1·0	77·1	9379	1·1	24·5	9037	1·2	72·7	7801	1·6	5·7	78·4	97·1
8·7096 3 2	9883	1·0	74·7	9452	1·1	29·9	9053	1·2	67·6	7349	1·8	7·7	75·3	97·6
8 3 2	9914	1·0	73·8	9483	1·1	32·1	9063	1·2	65·5	7144	1·9	8·6	74·1	97·6
7·5249 3 2	9933	1·0	73·2	9505	1·1	33·7	9073	1·2	63·8	6981	2·0	9·4	73·2	97·5
6 3 2	9985	1·0	70·8	9595	1·1	39·8	9121	1·2	56·3	6238	2·4	13·1	69·4	96·1
5 3 2	·0000	1·0	68·9	9672	1·1	44·8	9175	1·2	48·3	5450	2·9	17·9	66·2	93·1
4·7914 3 2	9999	1·0	68·5	9690	1·1	46·0	9191	1·2	46·0	5231	3·0	19·5	65·5	92·0
9 6 4	9995	1·0	68·0	9716	1·1	47·7	9215	1·2	42·3	4894	3·2	22·0	64·3	90·0
4 3 2	9975	1·0	67·0	9763	1·1	50·8	9264	1·2	33·9	4193	3·8	28·3	62·2	84·7
3·8541 3 2	9966	1·0	66·7	9777	1·1	51·7	9281	1·2	30·8	3957	4·0	30·8	61·6	82·4
7 6 4	9934	1·0	66·1	9812	1·0	54·0	9324	1·2	21·1	3323	4·6	38·8	59·9	75·1
10 9 6	9914	1·0	65·8	9829	1·0	55·1	9346	1·1	15·3	3006	4·9	43·8	59·1	70·4
13 12 8	9903	1·0	65·6	9838	1·0	55·7	9359	1·1	11·9	2848	5·1	46·8	58·7	67·6
16 15 10	9896	1·0	65·5	9843	1·0	56·0	9366	1·1	9·7	2755	5·2	48·7	58·4	65·8
3·1926 3 2	9896	1·0	65·5	9845	1·0	56·1	9368	1·1	9·4	2741	5·2	49·0	58·4	65·5
3 3 2	9864	1·0	65·2	9864	1·0	57·4	9397	1·1	0·0	2407	5·6	57·4	57·4	57·4
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
60 5 4	9409	1·0	85·4	9167	1·1	8·5	9095	1·1	85·1	8757	1·2	1·0	86·1	93·6
41 5 4	9520	1·0	83·4	9195	1·1	12·4	9092	1·1	82·8	8563	1·2	1·4	84·2	95·2
26 5 4	9687	1·0	80·0	9255	1·1	19·1	9102	1·1	78·6	8170	1·4	2·3	80·9	97·6
18 5 4	9833	1·0	76·4	9335	1·1	26·6	9132	1·2	73·4	7621	1·7	3·6	77·0	100·0
13·514 5 4	9933	1·0	73·2	9423	1·1	33·6	9183	1·2	67·9	6941	2·0	5·3	73·2	101·5
13 5 4	9944	1·0	72·8	9436	1·1	34·6	9191	1·2	67·1	6825	2·1	5·5	72·6	101·7
11·717 5 4	9970	1·0	71·5	9475	1·1	37·4	9219	1·2	64·6	6474	2·2	6·5	71·1	102·0
10 5 4	9995	1·0	69·7	9538	1·1	41·7	9268	1·2	60·2	5830	2·6	8·4	68·6	101·9
9 5 4	·0000	1·0	68·5	9582	1·1	44·5	9307	1·2	56·7	5298	3·0	10·3	67·0	101·3
7·5414 5 4	9984	1·0	66·6	9658	1·1	49·2	9380	1·2	49·2	4168	3·8	15·1	64·2	98·4
15 10 8	9984	1·0	66·5	9661	1·1	49·3	9383	1·1	48·9	4126	3·9	15·2	64·1	98·2
7 5 4	9968	1·0	65·9	9689	1·1	51·0	9413	1·1	45·0	3574	4·4	18·1	63·1	96·0
25 20 16	9954	1·0	64·9	9735	1·1	53.7	9464	1·1	36·3	2509	5·6	25·1	61·4	90·0
6 5 4	9914	1·0	64·5	9752	1·0	54·7	9483	1·1	32·1	2073	6·1	28·7	60·8	86·7
5·9084 5 4	9907	1·0	64·4	9757	1·0	55·0	9489	1·1	30·3	1901	6·3	30·3	60·6	85·3
11 10 8	9872	1·0	63·9	9784	1·0	56·5	9522	1·1	20·2	1071	7·6	39·5	59·6	76·7
16 15 12	9854	1·0	63·7	9794	1·0	57·1	9535	1·1	14·6	0709	8·2	44·6	59·2	71·7
21 20 16	9845	1·0	63·5	9799	1·0	57·5	9541	1·1	11·4	0528	8·5	47·6	59·0	68·9
26 25 20	9840	1·0	63·5	9804	1·0	57·6	9547	1·1	9·4	0423	8·7	49·5	58·9	67·0
31 30 24	9837	1·0	63·4	9806	1·0	57·8	9550	1·1	7·9	0353	8·9	50·9	58·8	65·7
36 35 28	9834	1·0	63·4	9807	1·0	57·8	9551	1·1	6·9	0303	9·0	51·9	58·8	64·7
41 40 32	9831	1·0	63·4	9808	1·0	57·9	9553	1·1	6·1	0266	9·0	52·6	58·7	64·0
46 45 36	9830	1·0	63·4	9809	1·0	58·0	9554	1·1	5·5	0238	9·1	53·2	58·7	63·4
5·1098 5 4	9830	1·0	63·4	9810	1·0	58·0	9555	1·1	5·4	0215	9·2	53·3	58·7	63·4
5 5 4	9817	1·0	63·2	9817	1·0	58·4	9564	1·1	0·0	0022	9·5	58·4	58·4	58.4
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
221 11 10	9312	1·0	87·2	9135	1·0	5·4	9115	1·1	87·1	8899	1·1	0·3	87·4	92·6
100 11 10	9406	1·0	83·9	9164	1·1	11·9	9122	1·1	83·6	8590	1·2	0·6	84·2	95·6
31·506 11 10	9934	1·0	73·2	9359	1·1	33·6	9256	1.2	70·9	6926	2·0	2·3	73·2	104·5
21 11 10	·0000	1·0	68·1	9511	1·1	44·4	9392	1·2	63·0	5241	3·0	4·4	67·5	107·5
19·832 11 10	9998	1·0	67·4	9536	1·1	46·0	9417	1·1	61·6	4896	3·2	5·0	66·6	107·6
15·110 11 10	9943	1·0	64·3	9653	1·1	52·8	9536	1·1	52·8	2568	5·5	10·2	62·9	105·5
15 11 10	9940	1·0	64·2	9655	1·1	52·9	9538	1·1	52·4	2483	5·6	10·4	62·8	105·4
121 110 100	9838	1·0	62·2	9742	1·0	57·5	9632	1·1	32·5	.8893	12·3	27·8	60·3	90·0
12 11 10	9832	1·0	62·2	9745	1·0	57·7	9635	1·0	30·8	.8693	13·0	29·3	60·2	88·5
11·9565 11 10	9831	1·0	62·1	9747	1·0	57·7	9637	1·0	30·1	.8605	13·2	30·1	60·1	87·8
23 22 20	9806	1·0	61·8	9761	1·0	58·5	9653	1·0	19·5	.7594	16·6	40·2	59·7	78·0
34 33 30	9797	1·0	61·7	9767	1·0	58·7	9659	1·0	14·2	.7201	18·2	45·4	59·6	72·9
45 44 40	9792	1·0	61·6	9769	1·0	58·9	9662	1·0	11·1	.7004	19·0	48·4	59·5	70·0
11·048 11 10	9780	1·0	61·5	9776	1·0	59·3	9670	1·0	2·3	.6528	21·4	57·0	59·3	61·5
11 11 10	9777	1·0	61·5	9777	1·0	59·3	9672	1·0	0·0	.6449	21·5	59·3	59·3	59·3
1 0 0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	9120	1·0	90·0	9120	1·0	0·0	90·0	90·0
16 1 1	9365	1·0	86·4	9128	1·1	7·1	9128	1·1	86·4	8822	1·1	0·0	86·4	93·6
10 1 1	9490	1·0	84·4	9140	1·1	11·3	9140	1·1	84·4	8618	1·2	0·0	84·4	95·6
6 1 1	9671	1·0	80·8	9176	1·1	18·4	9176	1·1	80·8	8210	1·4	0·0	80·8	99·2
4 1 1	9833	1·0	76·7	9237	1·1	26·5	9237	1·1	76·7	7614	1·7	0·0	76·7	103·3
3 1 1	9932	1·0	73·2	9308	1·2	33·6	9308	1·2	73·2	6922	2·0	0·0	73·2	106·8
5 2 2	9978	1·0	70·8	9368	1·2	38·4	9368	1·2	70·8	6298	2·3	0·0	70·8	109·2
2 1 1	·0000	1·0	67·8	9454	1·1	44·4	9454	1·1	67·8	5229	3·0	0·0	67·8	112·2
5 3 3	9983	1·0	65·4	9532	1·1	49·2	9532	1·1	65·4	3962	4·0	0·0	65·4	114·6
3 2 2	9957	1·0	64·1	9578	1·1	51·7	9578	1·1	64·1	2967	5·0	0·0	64·1	115·9
6 5 5	9861	1·0	61·7	9674	1·0	56·7	9674	1·0	61·7	·9447	11·0	0·0	61·7	118·3
1 1 1	9744	1·0	60·0	9744	1·0	60·0	9744	1·0	—	—	∞	—	60·0	—



Lichtdruck, aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



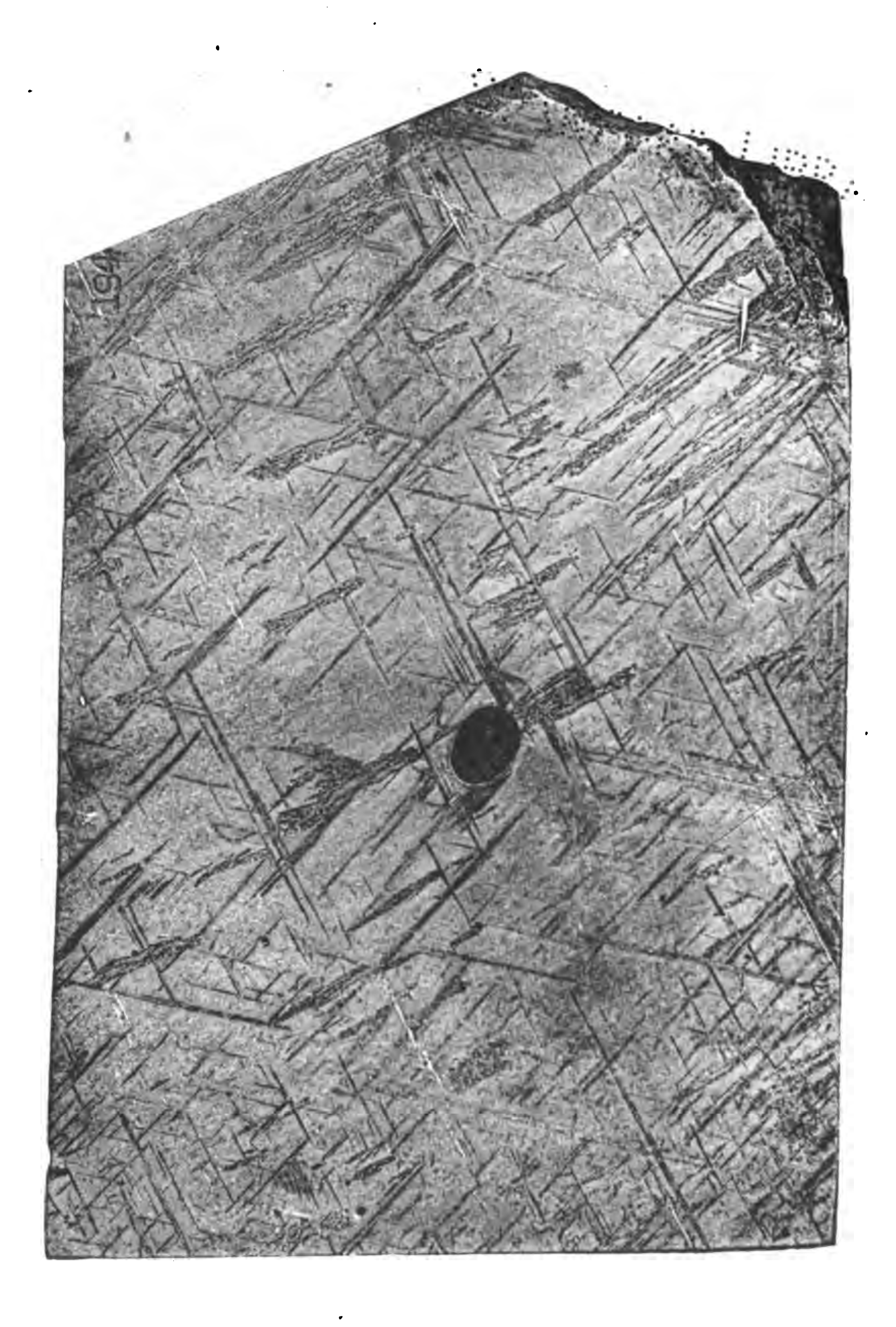
Lichtdruck, aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei


STANFORD LIBR.





Lichtdruck aus d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.



Lichtdruck aus d. k. k. Hof u. Staatsdruckerei

Tabelle XLIII.

	a *b* *c* *d*	*B*
alte Symbole	$\{$ $(11\bar{1})$ $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ 111) $(1\bar{1}\bar{1})$ $(\bar{1}\bar{1}1)$ (111) $(\bar{1}1\bar{1})$ $(\bar{1}11)$	(1·618, 1, 0)
neue Symbole	$(\bar{1}1\bar{1})$ $(1\bar{1}\bar{1})$ (111) $(11\bar{1})$	

und man überzeugt sich leicht, dass hier die obere Reihe von Symbolen genommen werden muss, weil die neuen Indices $(\bar{k}hl)$ sind, wenn (hkl) die alten waren; diese Vertauschung aber ist keine cyklische. Das neue Symbol von B wird dementsprechend $(\bar{1}, 1{\cdot}618, 0)$, welches eine positive Fläche bedeutet (ungerade Anzahl von Zeichenwechseln, erste Verkehrung, nichtcyklische Vertauschung, zweite Verkehrung, somit im Ganzen Wiederherstellung des Zeichens); nachdem B als negativ erkannt wurde, ist das Gegensymbol $(1, \overline{1{\cdot}618}. 0)$ anzunehmen.

Der Vergleich dieses Zeichens mit dem direct erhaltenen $(8{\cdot}325, \overline{13{\cdot}451}, \bar{1})$ ergibt eine starke Abweichung, deren Grund jedoch leicht einzusehen ist; schon der Umstand, dass die Winkel der Fläche (13·176, 8, 1), deren Zeichen ja dem direct unter der Annahme der monoklinen Symmetrie gefundenen sehr nahe steht, so schlecht mit der Beobachtung gestimmt hatten, spricht dafür, dass die Gründe der Differenz nur in einer Abweichung vom tesseralen Systeme liegen können; und in der That fällt die Fläche B sehr nahe an M, die Symmetrieebene des monoklinen Complexes, so dass auf dieser Ebene die Abweichungen der Winkel von der tesseralen Lage am empfindlichsten sein müssen. Übrigens ist die Differenz zwischen direct und aus der Tabelle gefundenen Indices nicht so gross, als sie bei dem ersten Anblick der Symbole erscheinen mag, wie sich ergibt, wenn man die reciproken Verhältnisse $l : k$, $h : l$ und $k : h$ vergleicht.

Tabelle XLIV.

	$l:k$	$l:h$	$k:h$
Direct	0·074	0·120	1·616
aus Tabelle IV	0·000	0·000	1·618

Die Fläche C Tafel IV gestattet ebenso wie B eine sofortige Orientirung der vier Lamellensysteme; das System d macht sich durch seine Breite und die wellenförmige Begrenzung vor allen anderen bemerkbar; darauf folgen, untereinander nicht allzusehr verschieden, c, b und a, alle drei geradlinig begrenzt; das Fallen geht bei d nach links rückwärts, bei c nach links vorne, bei b nach rechts oben, bei a nach links oben und ist in allen vier Fällen durch das Geflimmer der in der Grundmasse liegenden winzigen Skelettchen leicht kenntlich.

Wird die Fläche so gelegt, dass d von rechts nach links mit dem Fallen nach rückwärts geht, so sehen wir, dass C rückläufig, negativ ist.

Die Spurenwinkel gibt wieder Tabelle XIX:

Tabelle XLV.

	$ab=\sigma\mathfrak{S}$	$bc=\mathfrak{S}\Sigma$	$cd=\Sigma s$	$da=s\sigma$	$ca=\Sigma\sigma$	$db=s\mathfrak{S}$
C	69°29	49°38	43°4	17°49	60°53	92°42

Es liegt also C am nächsten an Fläche (754) der Tabelle IV, und zwar findet sich

Tabelle XLVI.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(754)	65·9	51·0	45·0	18·1	63·1	96·0	
	—3·6	—1·4	1·9	—0·3	2·2	3·3	2·1
C	69·5	49·6	43·1	17·8	60·9	92·7	
	5·0	4·1	6·8	7·3	—0·5	2·7	25·4
(25.20.16)	64·5	53·7	36·3	25·1	61·4	90·0	

Es würde hieraus das Zeichen (6·93, 5, 4) gewonnen; wollte man die Einschaltung in die Zone *h*32 versuchen, so würden sich als die nächsten Nachbarn (964) und (4·7914, 3, 2) ergeben, und zwar:

Tabelle XLVII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(4·7914, 3, 2)	68·5	46·0	46·0	19·5	65·5	92·0	
	—1·0	3·6	2·9	—1·7	4·6	—0·7	7·7
C	69·5	49·6	43·1	17·8	60·9	92·7	
	1·5	—1·9	0·8	4·2	—3·4	2·7	3·9
(964)	68·0	47·7	42·3	22·0	64·3	90·0	

Somit würde sich dadurch das Zeichen zu (2·30, 1·5, 1) bestimmen; und werden die so gewonnenen beiden Symbole (6·93, 5, 4) oder (1·73, 1·25, 1) und (2·30, 1·50, 1) mit *C* verglichen, so ergibt sich

Tabelle XLVIII.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(2·30, 1·50, 1)	68·2	47·7	42·3	22·0	64·3	90·0	
	—1·3	1·9	0·8	4·2	3·4	2·7	11·7
C	69·5	49·6	43·1	17·8	60·9	92.7	
	3·7	1·6	1·3	—0·8	—2·1	2·9	6·6
(1·73, 1·25, 1)	65·8	51·2	44·4	18·6	63·0	95·6	

durch deren Interpolation wir endlich erhalten *C* = (1·936, 1·340, 1).

Tabelle XLIX.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
C	69·5	49·6	43 1	17·8	60·9	92·7
(1·936, 1·340, 1)	66·7	49·9	43·6	19·8	63·5	93·6

Die Zusammenstellung der provisorischen Symbole $a = \sigma = (11\bar{1})$; $b = \mathfrak{S} = (1\bar{1}1)$; $c = \Sigma = (11\bar{1})$; $d = s = (111)$ mit den definitiven ergibt

Tabelle L

	a	*b*	*c*	*d*	*C*
alte Symbole	$(1\bar{1}\bar{1})$ $(\bar{1}11)$	$(\bar{1}1\bar{1})$ $(1\bar{1}1)$	$(\bar{1}\bar{1}1)$ $(11\bar{1})$	$(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ (111)	(1·936, 1·340, 1)
neue Symbole	$(\bar{1}1\bar{1})$	$(1\bar{1}\bar{1})$	(111)	$(11\bar{1})$	

Nachdem die Transformation von (hkl) alt in (hkl) neu geschieht, müssen diejenigen Indices gewählt werden, welche sich durch gerade Anzahl von Zeichenwechseln von den neuen unterscheiden, also diejenigen der ersten Reihe; dann geht also (hkl) in $(\bar{h}\bar{k}l)$ über, und das Zeichen von C wird $(\overline{1\cdot936}, \overline{1\cdot340}, 1)$ oder $(1\cdot936, 1\cdot340, \bar{1})$; nachdem C, wie wir gesehen haben, eine wesentlich negative Fläche ist, muss das zweite Symbol gewählt werden; der Vergleich zwischen diesem und dem directgefundenen Symbole — $(1\cdot936, 1\cdot340, \bar{1})$ und $(1\cdot913, 1\cdot315, \bar{1})$ — zeigt eine gute Übereinstimmung.

10. Vergleich der beiderseitigen Resultate.

Wenn wir nun noch einmal die auf den zwei verschiedenen Wegen gefundenen Ergebnisse überblicken, so gelangen wir zu folgendem Bilde:

Tabelle LI.

		hkl	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$\Sigma[f]$
	Gemessen	—	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0	—
A	Direct ber.	(2·303, 1, 5·369)	74·3	32·3	56·8	16·7	73·5	89·1	1·2
	aus Tab. IV	(2·51, 1, 5·68)	73·3	32·8	56·5	17·4	73·9	89·2	3·6
	Gemessen	—	74·0	35·5	85·4	35·1	70·5	70·9	—
B	Direct ber.	$(8\cdot325, \overline{13\cdot451}, 1)$	73·9	35·9	35·0	35·2	70·2	70·9	1·3
	aus Tab. IV	$(1, \overline{1\cdot618}, 0)$	72·0	36·0	36·0	36·0	72·0	72·0	6·6
	Gemessen	—	69·5	49·6	43·1	17·8	60·9	92·7	—
C	Direct ber.	$(1\cdot913, 1\cdot315, \bar{1})$	69·1	50·2	42·6	18·1	60·7	92·8	2·1
	aus Tab. IV	$(1\cdot936, 1\cdot340, \bar{1})$	66·7	49·9	43·6	19·8	63·5	93·6	9·1

Hierin sind die Symbole (hkl) in der definitiven Ordnung, die $\alpha_1\alpha_2\ldots$ jedoch in der aus Tabelle IV sich ergebenden Reihenfolge angeführt. Die $\Sigma[f]$ sind die Summen der absoluten Werthe der Differenzen der betreffenden berechneten Winkel gegen die beobachteten.

Hieraus ersehen wir zunächst, dass die Abweichungen von der tesseralen, octaëdrischen Bauweise ohne wesentlichen Einfluss auf die Indexbestimmung mittelst Tabelle IV bleiben, wenn nicht die Schnittfläche gerade mit der Ebene grösster Deformation zusammenfällt; denn auf der Fläche C haben wir die stärksten Unregelmässigkeiten der Winkel, trotzdem aber die genaueste Symbolisirung, welche nur um 1—1·5 Procent fehlerhaft ausfällt; die stärksten Fehler in den Indices finden wir auf B, welches der Ebene grösster Deformirung nahe liegt, obwohl die Winkelabweichungen bedeutend kleinere sind.

Es gleichen sich also die Winkelfehler im Allgemeinen gegenseitig aus, wenn nicht die Schnittfläche eine besonders ungünstige Lage hat.

In den meisten Fällen wird man daher mit der Genauigkeit der Symbolisirung, welche aus Tabelle IV zu erreichen ist, vollkommen ausreichen; dies gilt insbesondere von den zwei wichtigsten Aufgaben: der Beurtheilung der Zusammengehörigkeit von Ätzfiguren zu einem octaëdrischen Individuum und der raschen Orientirung behufs Deutung von Erscheinungen verschiedener Art, welche sich nicht auf octaëdrische, sondern anderweitige Flächensysteme beziehen. Solche Probleme werden in einer Reihe weiterer Arbeiten mehrfach zur Untersuchung gelangen.

Wo an die Symbolisirung strengere Anforderungen gestellt werden, wird man am besten thun, aus den mittelst Interpolation erster Ordnung gefundenen Indices nach den Formeln der Tabelle I die Spurenwinkel zu

berechnen, und dann von dieser genaueren Position aus weiter zu interpoliren, wozu man die v. Lang'schen Formeln benützen kann.

Ich habe im Bisherigen die Lamellenbreiten nicht quantitativ berücksichtigt, weil ich noch kein geeignetes Instrument besitze, um rasch eine grössere Zahl von Lamellenbreiten zu messen, was bei der erheblichen Schwankung der Breite nothwendig ist; sobald das in der Zeichnung bereits fertige Instrument ausgeführt sein wird, werden derlei Bestimmungen an zahlreichen Eisen durchgeführt werden.

Ich will noch die gemessenen ebenen Winkel *BAC*, *CBA*, *ACB* mit den monoklin gerechneten und denjenigen vergleichen, welche sich aus den obigen, mittelst Tabelle IV erhaltenen Indices berechnen lassen.

Tabelle LII.

	gemessen			gerechnet	
	aus 2 Lamellenwinkeln	Transporteur	graphisch	direct	aus Tab. IV
BAC	91·1	91·5	91·4	91·7	91·1
CBA	88·1	88·3	88·1	88·1	87·9
ACB	88·0	88·4	88·3	88·2	88·5

Aus diesen Werthen, welche den besten Massstab für den Fehler der berechneten Flächenlage abgeben, weil sie den Flächenwinkeln *BC*, *CA*, *AB* innerhalb eines Zehntelgrades gleich sind, geht also wiederum hervor, dass man unbedenklich die aus Tabelle IV durch einfache Interpolation gewonnenen Indices anstatt genauerer, nur auf sehr umständlichem Wege ableitbarer benützen darf, wofern es sich nicht darum handelt, gerade die Abweichung eines Complexes von der gesetzmässigen Bauweise zu ermitteln.

11. Untersuchung der Butlerplatte Tafel I.

Bezeichnen wir mit *d* dasjenige Lamellensystem, das der kurzen, in der Tafel horizontalen Seite des durch die Tafelumrisse gebildeten Dreieckes parallel geht, mit *c* das schwach von links nach rechts steigende, von den beiden steilen Systemen das von links unten nach rechts oben gehende mit *a*, das von rechts nach links aufsteigende mit *b*, so erscheinen *a* und *c* breiter und welliger begrenzt als *b* und *d*, welche scharf und schmal sind. Das Fallen geht bei *c* nach oben, bei *b* nach links, bei *a* nach rechts, wie aus dem Geflimmer der Grundmasse deutlich sichtbar wird; bei *d* ist ein Einspiegeln der Skelettchen nicht bemerkbar. Nachdem bei dieser Platte jedes Lamellensystem am Rande mindestens einmal als Absonderungsfläche bloss liegt, lassen sich die Winkel derselben zur Schnittfläche mit dem Anlegegoniometer bestimmen; es ergibt sich für *d*—77°, *b*—66°, *a*—44°, *c*—35°; bei *d* geht das Fallen nach unten (bezüglich Tafel I), bei den übrigen so wie es schon aus dem Geflimmer geschlossen wurde.

Nachdem keine Randkanten von genügender Ausdehnung an dieser Platte vorhanden sind, wurde die Messung der Spurenwinkel oder besser gesagt, der Spurenpositionen, mit dem schon früher verwendeten grossen Transporteur in der Weise bewerkstelligt, dass eine aufrechte ebene Schiene zuerst an die zwei hervorstehenden Punkte der rechten Dreiecksseite (Tafel I) angelegt, daran die Anschlagschiene des Transporteurs geschoben und nunmehr auf die Systeme *a*, *c* und *d* je dreissigmal, und zwar wie früher über die ganze Schnittfläche hinüber, eingestellt wurde; nachdem die Lamellen *b* von dieser Seite aus wegen ihres zu geringen Winkels mit derselben nicht gemessen werden konnten, wurde dann ebenso die Schiene an die zwei äussersten Punkte der Basis gelegt, und auf *a* und *b*, wieder je dreissigmal eingestellt; so ergab sich:

Tabelle LIII.

a	*c*	*d*	*a*	*b*
49°53	105°47	122°40	106°13	74°39
47 33	100 39	121 40	105 42	72 18
48 50	103 24	122 3	107 57	73 30
50 40	106 31	122 5	105 50	72 58
49 0	101 50	123 21	108 31	73 53
49 30	102 0	122 45	108 49	75 18
51 20	106 52	121 21	108 55	74 10
51 5	104 25	123 0	106 0	75 1
49 8	105 6	123 27	107 0	75 0
48 40	107 11	121 26	106 37	74 58
49°39	107°26	122° 5	106° 8	74°37
48 12	103 44	122 38	106 27	73 40
48 0	103 0	121 59	107 54	75 50
48 10	104 56	122 34	105 20	74 51
48 30	104 44	122 9	106 25	75 36
47 40	105 12	122 40	105 42	74 57
51 27	105 37	121 37	107 49	75 0
48 4	105 22	120 41	107 30	74 40
50 29	107 6	121 26	106 38	75 39
47 58	102 40	122 4	105 40	71 18

	a	*c*	*d*	*a*	*b*
	49°47	106° 0	121°51	107° 2	72°57
	49 28	106 55	122 50	107 7	74 20
	50 52	106 52	121 20	105 49	74 18
	50 3	105 23	122 7	108 36	74 39
	49 0	104 52	120 55	105 38	73 33
	48 38	101 40	121 47	105 27	74 41
	48 22	107 43	123 44	105 34	75 20
	51 53	105 17	120 57	109 0	72 11
	50 28	105 0	121 53	104 58	73 18
	47 43	106 58	122 0	106 32	73 10
Gesammtmittel	49°20	105° 0	122° 6	106°45	74°13
1. Drittel	49°34	104°22	122°23	107° 9	74°11
2. Drittel	48°49	104°59	121°59	106°33	74°37
3. Drittel	49°37	105°40	121°56	106°34	73°51

Daraus ergeben sich die folgenden Werthe der Winkel α, denen ich gleich die Werthe für die beiden Flächen (6·1231, 3, 1) und (731) Tabelle IV und XXXII beigesetzt habe:

Tabelle LIV.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(731)	74·0	30·6	57·0	18·5	75 4	87·4	
	−0·7	1·9	1·3	−1·4	2·6	−0·8	2·9
(*hkl*)	74·7	32 5	55·7	17·1	72·8	88·2	
	1·8	1·7	4·6	4·7	−0·1	2·9	15·6
(6·1231, 3, 1)	72·9	34·2	51·1	21·8	72·9	85·3	

Hieraus ergibt sich das Zeichen (6·862, 3, 1); wird andererseits aus der Zone *h*21 interpolirt, so finden wir die Nachbarflächen (4·5, 2, 1) und (421) mit folgenden Werthen:

Tabelle LV.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(4·5414, 2, 1)	73·1	33·9	57·9	15·2	73·1	91·7	
	−1·6	−1·4	2·2	1·9	0·3	3·5	4·9
(*hkl*)	74·7	32·5	55·7	17·1	72 8	88 2	
	2·8	4·9	3·1	1·0	2·1	−1·8	12·1
(421)	71·9	37 4	52·6	18·1	70·7	90·0	

woraus (4·385, 2, 1) gefunden wird; und aus diesen beiden Zeichen endlich ergibt sich:

Tabelle LVI.

	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	$S\Delta$
(6·862, 3, 1)	73·8	31·2	56·1	19·0	75·0	87·1	
	−0·9	1·3	−0·4	1·9	2·2	1·1	5·2
(*hkl*)	74·7	32·5	55·7	17·1	72·8	88·2	
	1·9	2·4	1·0	1·1	0·2	3·0	9·6
(5·385, 2, 1)	72·8	34·9	56·7	16·0	72·6	91·2	

woraus wir das endgiltige Zeichen (5·992, 2·651, 1) ermitteln. Vergleichen wir dieses Zeichen mit demjenigen der Fläche *A* des früheren Stückes (5·676, 2·510, 1), so sehen wir, dass die beiden Flächen nahe parallel sind; nachdem es bekannt ist, dass der Block, von welchem beide stammen, lediglich durch auf einander senkrechte Schnitte zertheilt wurde, sind diese zwei gleichsymbolisirten Flächen auch im Blocke einander parallel gewesen, nicht etwa blos relativ gegen je vier Octaëderflächen gleich orientirt; es ist unter solchen Umständen interessant, auf beiden Flächen die Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Winkeln zu vergleichen:

Tabelle LVII.

		α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
A	gemessen	74·5	32·4	56·6	16·5	73·1	89·0
	gerechnet (5·676, 2·510, 1)	73·3	32·8	56·5	17·4	73·9	89·2
	gemessen — gerechnet	+1·2	—0·4	+0·1	—0·9	—0·8	—0·2
Platte	gemessen	74·7	32·5	55·7	17·1	72·8	88·2
	gerechnet (5·992, 2·651, 1)	73·4	32·5	56·3	17·9	74·2	88·5
	gemessen — gerechnet	+1·3	±0·0	—0·6	—0·8	—1·4	—0·3

Es haben also die Differenzen mit Ausnahme einer einzigen nicht nur in beiden Fällen gleiches Vorzeichen, sondern auch annähernd gleiche Grösse; es wird dadurch wahrscheinlich, dass die Abweichung vom octaëdrischen Baue in dieser ganzen Meteoreisenmasse im selben Sinne erfolgte, eine Thatsache, welche ich zunächst durch Beobachtungen an eigens hiezu geschnittenen Eisen weiter verfolgen möchte, nachdem dieselbe im Falle ihrer allgemeineren Verbreitung für die Theorie der Entstehung der Meteoreisen von Wichtigkeit wäre; dass dies der Fall, erscheint mir wahrscheinlich, weil ich noch in allen von mir untersuchten Fällen Abweichungen zwischen beobachteten und berechneten Spurenwinkeln gefunden habe, welche über das Ausmass von Beobachtungsfehlern weit hinausgehen.

Zur Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Eisen von Butler 1873. Zweites Stück, Seite 36 [156] — 38 [158], nahezu natürliche Grösse (Verkleinerung 0·87, also im Verhältnisse 7 zu 8). Die neun grösseren, weissgesäumten, dunklen Flecke sind eben so, wie die vielen bis stecknadelkopfgrossen, Troiliteinschlüsse, welche von Bandeisen umschlossen werden; die dunklen Flecken an den Rändern der Platte rühren von theilweiser Oxydation des Eisens her. Die Verschiedenheit der Grundfarbe im Innern ist noch nicht aufgeklärt.

Tafel II—IV. Butler, erstes Stück, Seite 16 [136] — 36 [156]. Vordere, rechte seitliche und obere Fläche, jede in 2·4-facher Vergrösserung. Jede derselben zeigt einen grösseren Troiliteinschluss, um welchen sich in auffälliger Weise die Lamellen schaaren; man sieht hieran deutlich, wie sich zuerst der Troilit verfestigt und mit einer Taenithülle umgeben hat, welcher sodann als Nucleus für die weitere Krystallisation des (schwach entwickelten) Balkeneisens mit seinen Taenithüllen gewirkt hat. Zum Schlusse ist das überwiegende Fülleisen fest geworden.

Auf Tafel III sind horizontale, tiefe Furchen sichtbar, welche vom Schnitte des Stückes herrühren.

Die Ausführung in Lichtdruck war bei den Tafeln II—IV durch die Vergrösserung bedingt; man sieht, besonders an Tafel IV, dass auf diesem Wege befriedigende Resultate erhofft werden dürfen, wenn erst eine gleichmässigere Herstellung der Drucke gelungen sein wird.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE BEWEGUNGSVERHÄLTNISSE IN DEM DREIFACHEN STERNSYSTEM ζ CANCRI.

VON

HUGO SEELIGER.

(Mit 1 Tafel.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 5. MAI 1881.

---

§. 1.

Von hervorragender wissenschaftlicher Bedeutung werden die Beobachtungen über die Bewegungserscheinungen am Fixsternhimmel erst dann, wenn sie als Grundlage dienen, zur Untersuchung der Frage, ob sich die allgemeinsten Gesetze, welche aus den Bewegungen innerhalb des Sonnensystemes hervorgehen, auch noch in entfernteren Regionen des Weltsystemes, in denen sich die uns näheren Fixsterne befinden, nachweisen lassen. In letzter Instanz muss die Stellarastronomie die Entscheidung darüber anzustreben suchen, ob unser Sonnensystem durch das Band der Gravitation mit den uns näheren Fixsternen in solcher Weise verbunden ist, dass man von einem dynamischen Systeme im engeren Sinne reden darf, d. h. von einem Systeme, in welchem die Bewegungen um den Schwerpunkt nur in einer Weise aufgefasst werden können, nämlich als Folge des Newton'schen Gravitationsgesetzes. Wenigstens dürfte es gegenwärtig kaum zweifelhaft sein, dass diese letztere theoretische Grundlage bei allen weiteren Untersuchungen nicht nur angenommen werden darf, sondern angenommen werden muss.

Dass es an Versuchen, dieses wichtigste, weil allgemeinste Problem der ganzen theoretischen Astronomie, in Angriff zu nehmen nicht gefehlt hat, dürfte nicht befremden. Leider muss aber bekannt werden, dass alle diese vollständig verfehlt waren, und die bekanntesten von ihnen nichts anderes sind, als vollständig aus der Luft gegriffene Annahmen, die man nicht nur nicht zu beweisen vermag, sondern von denen man im Gegentheile zeigen kann, dass sie mit unendlich grosser Wahrscheinlichkeit mit den mechanischen Grundprincipien in Widerspruch stehen, wenigstens wenn diese nicht durch ungehörige Specialisirung entstellt werden. Man hat von mancher Seite die Darstellbarkeit der stellaren Eigenbewegungen als Folge dynamischer Beziehungen insofern als unmöglich hingestellt, als die Lösbarkeit des Problems erst in trostlos weit entfernte Zeiten gerückt wurde, indem man hierzu nicht nur den Besitz einer grossen Anzahl gut verbürgter Eigenbewegungen in dem jetzt usuellen Sinne, sondern auch eine detaillirtere Kenntniss der Krümmungen der von den Fixsternen am Himmel beschriebenen Wegen für absolut nothwendig hielt. Hinzuzufügen wäre dem noch, dass zur vollstän-

digen Erkenntniss der wirkenden Kräfte ohne Zuhilfenahme irgend welcher Hypothesen, auch die Bewegung der Sterne in der Richtung des nach dem Sonnensystem gezogenen Visionsradius bekannt sein muss. Indessen bin ich nicht der Meinung, dass die Astronomie so lange zu warten hat, um wenigstens die allerwichtigsten Eigenschaften des dynamischen Systemes, dem unsere Sonne angehört, zu entdecken. Man könnte sehr wichtige Schlüsse aus den Eigenbewegungen der Fixsterne allein ableiten, wenn diese nur in genügender Anzahl und Genauigkeit vorlägen. Man hat allerdings dazu gewisse Hypothesen anzunehmen. Diese lassen sich aber in so allgemeiner Form einführen, dass man dadurch kaum wesentliche Abweichungen von der Wahrheit zu befürchten hat. Es ist hier nicht der Ort auf diesen Gedanken näher einzugehen.

Für die Entwicklung der theoretischen Astronomie und als vorbereitender Schritt für die allgemeinen Untersuchungen der oben erwähnten Art, war es ohne Frage ein bedeutender Fortschritt, als es gelang, zu zeigen, dass die Bewegung der Doppelsterne um einander durch das Newton'sche Gravitationsgesetz die vollständigste Erklärung findet. Im Sinne dieses Fortschrittes beizutragen, muss demzufolge die Hauptaufgabe sein, die bei der Berechnung von Doppelsternbewegungen zu verfolgen ist, und in wie weit dies geschieht wird den Massstab liefern, nach dem der wissenschaftliche Werth einer solchen Berechnung zu messen ist. Eine ungefähre Darstellung der Beobachtungen hat für die Theorie nicht mehr Werth als irgend eine Interpolationsformel, deren Bedeutung hier, wo die Praxis keine im Voraus berechneten Ephemeriden verlangt, jede Stütze verliert. Selbst das an sich gewiss nicht uninteressante statistische Material, welches uns z. B. zeigt, dass bei den Doppelsternbahnen wenig abgeplattete Ellipsen durchaus nicht jene bevorzugte Rolle spielen, wie in unserem Sonnensystem, kann schliesslich, namentlich bei beträchtlicher Neigung der Bahn gegen den Visionsradius nur durch sehr sorgsame Berechnung einen wirklich verbürgten Zuwachs erlangen.

Ausser diesen theoretischen Rücksichten kann bei der Bearbeitung von Doppelsternbewegungen auch eine andere, praktische Seite zum Vortheile für die Astronomie mehr in den Vordergrund treten, namentlich seitdem sich gezeigt hat, dass die Beobachtungen eines so erfahrenen und ausgezeichneten Beobachters, wie Otto Struve, in hohem Masse von in gewissem Sinne constant wirkenden Messungsfehlern beinflusst werden. Es wird demnach nicht ohne Interesse sein, diese constanten Fehler an einem bestimmten Sternpaare näher zu bestimmen. Indessen wird diese Bestimmung immerhin erst von secundärer Bedeutung sein können, weil doch die etwaigen allgemeinen Eigenschaften der erwähnten Fehler erst aus sehr vielen Untersuchungen der obigen Art hervorgehen können. Zudem wird gerade bei den Sternpaaren von kürzerer Umlaufszeit, die doch für unsere Zeit allein ein mechanisches Interesse darbieten können, diese Untersuchung schwer durchzuführen sein, da sich hier der jedenfalls vorhandene Einfluss der Stellung des Sternpaares gegen den Horizont des Beobachtungsortes nicht leicht von den aus der Unsicherheit der Bahnelemente hervorgehenden Fehlern wird trennen lassen. Es werden also im Gegensatze zu den Doppelsternen von verhältnissmässig kurzer Umlaufszeit nur die Sternpaare, die eine geringe Bewegung zeigen, einen werthvollen Beitrag zur Kenntniss der Eigenschaften der constanten Beobachtungsfehler liefern können.

Die Doppelsterne bilden gewissermassen die erste Station auf dem Untersuchungswege, welcher zu der Beantwortung der Frage nach dem dynamischen Systeme, welchem die Sonne angehört, führt. Hier tritt die erste Anwendung des Newton'schen Gravitationsgesetzes auf Körper ein, die sich ausserhalb der Wirkungssphäre unseres Planetensystemes befinden.

Die weiteren Folgen dieser Anwendung, in analoger Weise, wie diese sich bei den Planeten zu der Bearbeitung des Problems der drei Körper gestaltet hat, auch auf dreifache Sterne, deren es ja auf dem in unseren Gegenden sichtbaren Himmelstheile mehrere von unzweifelhaft physischer Zusammengehörigkeit gibt, auszudehnen, dazu lag bis jetzt keine Veranlassung vor, jedenfalls ist der Versuch nie gemacht worden.

Nach dem, was mir über das in dieser Richtung verfügbare Beobachtungsmaterial bekannt ist, dürften drei dreifache Sternsysteme zu einer näheren Untersuchung auffordern; während das erste von diesen nur ziemlich wenig Rechnung erfordert, um das zu untersuchen, was nach Massgabe der nur geringen Bewegung innerhalb des von brauchbaren Messungen erfüllten Zeitraumes sich als wirkliche physische Einwirkung eines dritten Körpers zeigt, das zweite aber möglicherweise nicht oft genug Gegenstand der Messung gewesen ist, bietet

das dritte Sternpaar, ζ Cancri, die Gelegenheit dar, die Berechnung in etwas eingehenderer Weise durchzuführen, indem die beiden sehr nahe an einander stehenden Sterne schon fast einen vollen Umkreis seit den Beobachtungen von W. Struve und viel mehr als einen solchen seit der Entdeckung des Sternpaares durch W. Herschel im Jahre 1781 in der Revolution um den Schwerpunkt des Systemes beschrieben haben.

Man sollte meinen, dass demnach hier ein günstiger Fall vorliegt, welcher die erste Anwendung der Störungstheorie auf die Fixsternwelt, erfordert. In wiefern diese Meinung berechtigt ist, wird die folgende Untersuchung zeigen, welche sich speciell mit den Bewegungsverhältnissen in dem dreifachen Sternsystem ζ Cancri beschäftigt.

§. 2.

Ich bezeichne die drei Sterne von ζ Cancri (Σ 1196, $\alpha = 8^h\ 3^m.6$, $\delta = +18°\ 6'$, 1850.0) in derselben Weise wie W. Struve durch die drei Buchstaben A, B, C. Die Helligkeit der drei Sterne, welche einen allerdings sehr zweifelhaften Anhaltspunkt für die Abschätzung der Massenverhältnisse abgibt, sind nach Otto Struve (Bd. IX der Pulkowaer Beobachtungen):

$$A = 5\cdot 0;\ B = 5\cdot 7;\ C = 5\cdot 5.$$

Zunächst soll die Bewegung von B um A behandelt und dabei keine Rücksicht auf den Stern C genommen werden. Es wird sich zeigen, dass diese Voraussetzung schon den Beobachtungen sehr nahe Genüge leistet.

Die Beobachtungen werden später in erforderlicher Ausführlichkeit angeführt werden. Da es ferner gleichgiltig ist, wie ich zu den elliptischen Elementen, die den Ausgangspunkt der Untersuchung bilden, gelangt bin, so führe ich nur das Resultat an.

Durch Verbesserung von Elementen, die durch die bekannten Methoden erhalten worden sind, ergaben sich folgende Bestimmungsstücke der elliptischen Bahnbewegung, und zwar in der üblichen Bezeichnungsweise:

$$\left.\begin{aligned} T &= 1870\cdot 515 \\ \lambda = \pi - \Omega &= 106°01 \\ \Omega &= 77\cdot 57 \\ i &= 17\cdot 50 \\ \varphi &= 19\cdot 645 \\ n &= -5\cdot 9535 \\ a &= 0''8680 \end{aligned}\right\} \text{(II)}$$

Diese Elemente habe ich auf's Neue verbessert und gefunden:

$$\left.\begin{aligned} T &= 1869\cdot 951 \\ \lambda &= 106°01 \\ \Omega &= 84\cdot 10 \\ i &= 20\cdot 593 \\ \varphi &= 20\cdot 340 \\ n &= -5\cdot 6638 \end{aligned}\right\} \text{(IV)}$$

Auf welche Weise sich (IV) ergeben hat, wird später auseinandergesetzt werden. Die Vergleichung der beiden Elemente (II) und (IV) ist nun in der folgenden Tabelle enthalten. Diese enthält zugleich Zahlen, welche erst weiter unten ihre Erklärung finden. Die Zusammenstellung enthält die mit provisorischen Reductionselementen gebildeten Jahresmittel in Positionswinkel und Distanz, wobei die Positionswinkel sich auf das Äquinoctium von 1850,0 beziehen nebst den Gewichtszahlen, wie diese sich direct ergeben und daneben die der Rechnung zu Grunde gelegte Zahl. Ferner sind die Vergleichungen mit den Elementen (II) und (IV) im Sinne Beobachtung—Rechnung angeführt. Zu Ende der Zusammenstellung kommen die Jahresmittel für die Zeit von 1875 bis 1878 noch einmal vor; diese wurden für die Ableitung der Elemente (II) und (IV) benützt, weil es

mir erst im Laufe der Arbeit, theilweise erst durch briefliche Mittheilungen, möglich war, die besseren und vollständigeren Zahlen zu bilden, welche die Tabelle enthält.

	Pos. Winkel 1850.0	Gewicht		Distanz	Gewicht		II		IV	IV*a*		Interpol.
1826·22	57°75	15	2	1'120	15	2	+3·88	+0·142	+8·40	+5·97	+0'136	−0°18
28·80	38·56	10	1	1·015	10	1	−4·95	−0·013	−2·03	−3·29	−0·021	−1·73
30·39	35·45	5	1	—	—	—	−2·21	—	+0·05	−0·69	—	+1·98
31·27	30·34	47	5	1·020	34	3	−4·20	−0·043	−2·24	−2·77	−0·054	−0·15
32·17	28·41	92	9	1·171	44	4	−2·89	+0·097	−1·31	−1·65	+0·085	+0·60
33.21	25·30	60	6	1·123	27	3	−2·40	+0·038	−1·17	−1·32	+0·026	+0·33
35·31	20·30	25	3	1·121	25	3	−0·32	+0·021	+0·34	+0·44	+0·007	+0·58
36·76	16·43	51	5	1·209	15	2	+0·60	+0·102	+0·94	+1·14	+0·084	+0·38
37·23	12·47	40	4	—	—	—	−1·81	—	−1·58	−1·35	—	−2·38
38·30	11·31	4	1	—	—	—	+0·53	—	+0·57	+0·82	—	−0·57
40·23	6·25	81	8	1·000	77	8	+1·77	−0·110	+1·51	+1·68	−0·126	+0·02
41·16	2·72	20	2	1·093	16	2	+1·28	−0·107	+0·91	+1·11	−0·033	−0·60
42.44	359·00	62	6	1·114	44	4	+1·78	+0·011	+1·35[1]	+1·40	−0·006	−0·17
43·22	356·24	47	5	1·122	57	6	+1·61	+0·022	+0·99	+1·10	+0·003	−0·31
44·28	351·07	20	2	1·202	20	2	0	+0·109	−0·71	−0·69	+0·095	−1·84
45·39	348·73	17	2	1·028	15	2	+1·43	−0·056	+0·64	+0·58	−0·071	−0·28
46·26	345·61	17	2	1·043	16	2	+1·31	−0·033	+0·47	+0·31	−0·046	−0·30
47·29	342·34	18	2	1·023	15	2	+1·66	−0·043	+0·76	+0·50	−0·054	+0·13
48·26	339·12	53	5	1·009	53	5	+1·92	−0·045	+0·98	+0·61	−0·055	+0·44
49·31	336·26	40	4	0·972	40	4	+2·89	−0·068	+1·93	+1·47	−0·076	+1·44
50·29	333·14	15	2	1·002	15	2	+3·49	−0·024	+2·48	+1·92	−0·031	+1·96
51·26	329·18	46	5	1·013	39	4	+3·30	+0·002	+2·26	+1·60	−0·002	+1·68
52·26	324·85	24	2	0·987	22	2	+2·98	−0·007	+1·92	+1·17	−0·003	+1·21
53·36	320·21	17	2	1·033	15	2	+2·91	+0·059	+1·85	+1·02	+0·061	+0·97
54·21	315·66	13	1	0·942	13	1	+2·03	−0·015	+0·95	+0·06	−0·012	−0·05
55·18	310·83	55	6	1·010	39	4	+1·55	+0·073	+0·48	−0·46	+0·080	−0·69
56·28	305·83	82	8	0·989	29	3	+1·74	+0·076	+0·67	−0·29	+0·086	−0·63
57·38	298·68	18	2	0·982	16	2	+0·06	+0·096	−0·98	−1·94	+0·108	−2·35
58·20	295·14	33	3	0·950	5	1	+0·83	+0·084	−0·23	−1·16	+0·099	−1·55
59·30	286·87	10	1	0·876	10	1	−1·33	+0·039	−2·35	−3·21	+0·057	−3·54
60·27	282·11	17	2	0·810	10	1	−0·32	0	−1·31	−2·07	+0·018	−2·28
61·27	275·14	15	2	0·825	15	2	−0·93	+0·044	−1·87	−2·51	+0·064	−2·55
62·31	266·51	10	1	0·675	10	1	−2·41	−0·075	−3·30	−4·27	−0·049	−3·49
63·13	263·88	77	8	0·657	17	2	+1·02	−0·069	+0·25	−0·10	−0·047	+0·44
64·18	254·99	60	6	0·639	11	1	+0·56	−0·053	−0·12	−0·25	−0·034	+0·57
65·38	244·08	95	10	0·696	28	3	+0·30	+0·040	−0·21	−0·09	+0·059	+0·92
66·23	237·45	64	6	0·605	20	2	+1·94	−0·030	+1·65	+1·81	−0·013	+2·86
67·22	225·06	35	4	—	—	—	+0·02	—	−0·01	+0·16	—	+1·01
68·22	212·28	45	5	0·656	10	1	−1·25	+0·075	−1·00	−0·59	+0·084	−0·42
69·35	198·92	22	2	0·521	22	2	−0·59	−0·037	−0·06[2]	−0·29	−0·032	−0·36
70·27	185·63	79	8	0·548	29	3	−1·92	−0·005	−1·30	−1·75	−0·003	−2·35
71·24	173·97	57	6	0·568	24	2	−0·73	+0·016	−0·18	−0·85	+0·016	−1·85
72·25	162·95	63	6	0·619	25	3	+1·46	+0·059	+1·77	+1·00	+0·059	−0·20
73·22	150·58	70	7	0·591	20	2	+1·24	+0·015	+1·03	+0·46	+0·014	−0·56
74·16	141·83	52	5	0·629	32	3	+3·73	+0·031	+2·70	+2·49	+0·033	+1·86
75·21	130·43	72	7	0·633	57	6	.	.	+1·86	+2·21	+0·009	+2·00
76·20	119·49	38	4	0·661	33	3	.	.	−0·15	+0·84	+0·007	+0·60
77·26	108·42	56	6	0·645	41	4	.	.	−2·66	−0·95	−0·043	−2·46
78·22	100·52	43	4	0·641	43	4	.	.	−3·55	−1·19	−0·078	.
79·29	91·69	15	2	0·767	15	2	.	.	−5·75	−2·73	+0·014	.
80·23	89·40	6	1	0·767	6	1	.	.	−1·83	+1·71	−0·019	.
75·20	129·93	57	6	0·628	42	4	+2·77	0	.	.	.	.
76·16	119·55	28	3	0·647	23	2	+1·75	−0·012	.	.	.	.
77·26	108·91	38	4	0·596	23	2	+0·77	−0·101	.	.	.	.
78·18	100·93	30	3	0·563	30	3	+0·07	−0·106	.	.	.	.

[1] Es wurde die folgende Rechnung fälschlich mit der Differenz +1·89 gemacht.

[2] Desgleichen mit der unrichtigen Zahl −1·83. Diese Fehler können keinen wesentlichen Einfluss auf das Resultat haben.

Die Fehler, welche die Elemente (IV) übrig lassen, wurden nun nach Massgabe der Gruppen, wie durch die abtheilenden Zwischenräume angedeutet ist, mit Rücksicht auf die abgerundeten Gewichtszahlen in folgende Mittel vereinigt:

	$B-R$	g	angen. $\sqrt{g}$		$B-B$	g	angen. $\sqrt{g}$
1826·22	+8°40	2	1·4	1860·78	−2°00	6	2·4
30·79	−1·88	7	2·6	64·71	+0·30	30	5·5
32·59	−1·25	15	3·9	68·06	−0·79	11	3·3
36·55	−0·05	12	3·5	71·16	−0·04	20	4·5
41·51	+1·40	22	4·7	74·20	+1·78	19	4·4
46·75	+0·55	13	3·6	77·23	−2·20	14	3·7
51·02	+2·10	15	3·9	79·55	−4·46	3	1·7
56·24	+0·33	20	4·5				

Um eine weitere Verbesserung der Elemente (IV) zu erlangen, müssen jetzt die betreffenden Bedingungsgleichungen aufgestellt werden. Ich bemerke gleich bei dieser Gelegenheit, dass die zahlreichen Ausgleichungen, welche in dieser Arbeit vorkommen, ohne Ausnahme nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt worden sind. Die Bemerkung scheint nothwendig, weil in neuerer Zeit oftmals die Zulässigkeit der genannten Ausgleichungsmethode an die Giltigkeit des Gauss'schen Fehlergesetzes geknüpft worden ist. Ich betrachte aber, wie dies ja längst von competenter Seite, so von Gauss selbst, auf das Nachdrücklichste hervorgehoben worden ist, die Methode der kleinsten Quadrate als nichts anderes, als das beste und zuverlässigste Mittel, die Rechnungen den Beobachtungen möglichst gut anzuschmiegen, ganz gleichgiltig, ob die übrigbleibenden Fehler Beobachtungsfehler im gewöhnlichen Sinne des Wortes sind, oder ob dieselben sich aus andern Ursachen zusammensetzen. Aus dieser Stellung kann die Methode der kleinsten Quadrate nur zum Nachtheile für die rechnende Astronomie verdrängt werden, indem dadurch Willkürlichkeiten Raum gelassen wird, die sich oftmals einer strengen Controle entziehen.

Für die obigen Normalörter ergeben sich folgende Bedingungsgleichungen für die Elementenverbesserungen.

$d\Omega$	di	$d\lambda$	$(10\,d\tau)$	$(100\,dn)$	$d\varphi$	=
1	+0·176	+0·979	+0·353	−0·273	−1·095	+8·40
1	+0·184	+1·013	+0·321	−0·222	−0·702	−1·88
1	+0·174	+1·026	+0·314	−0·207	−0·520	−1·25
1	+0·131	+1·050	+0·308	−0·132	−0·153	−0·05
1	+0·043	+1·066	+0·317	−0·159	+0·322	+1·40
1	−0·068	+1·063	+0·346	−0·141	+0·839	+0·55
1	−0·148	+1·042	+0·390	−0·130	+1·261	+2·10
1	−0·183	+0·989	+0·483	−0·117	+1·736	+0·33
1	−0·097	+0·947	+0·647	−0·104	+2·012	−2·00
1	+0·086	+0·946	+0·901	−0·082	+1·871	+0·30
1	+0·182	+1·011	+1·208	−0·040	+0·981	−0·79
1	+0·007	+1·061	+1·288	+0·027	−0·689	−0·04
1	−0·177	+1·024	+1·056	+0·079	−1·852	+1·78
1	−0·148	+0·966	+0·769	+0·098	−2·079	−2·20
1	−0·072	+0·941	+0·614	+0·104	−1·977	−4·46

Nimmt man für die Grössen $\sqrt{g}$ die oben angeführten Werthe, so ergeben sich folgende Normalgleichungen:

$d\Omega$	di	$d\lambda$	$(10\,d\tau)$	$(100\,dn)$	$d\varphi$	=
+209·780	−1·543	+212·776	+141·582	−16·892	+50·529	+40·402
−1·543	+3·637	−1·513	−1·569	−1·232	+3·980	−8·324
+212·776	−1·513	+216·203	+142·894	−17·329	+47·821	+45·713
+141·582	−1·569	+142·894	+121·641	−5·616	+15·317	+18·130
−16·892	−1·232	−17·329	−5·616	+3·469	−18·511	−9·276
+50·529	+3·980	+47·821	+15·317	−18·511	+392·891	+78·882

Die Auflösung dieser Gleichungen ergibt:

$$d\Omega = -12\cdot568$$
$$di = -9\cdot705$$
$$d\lambda = +7\cdot862$$
$$d\tau = +0\cdot442$$
$$dn = -0\cdot2229$$
$$d\varphi = -0^\circ 264$$

Und man erhält jetzt die neuen Elemente:

$$\left.\begin{aligned} T &= 1870\cdot393 \pm 0\cdot324 \\ \lambda &= 113\cdot872 \pm 12\cdot078 \\ \Omega &= 71\cdot532 \pm 11\cdot262 \\ i &= 10\cdot888 \pm 5\cdot922 \\ \varphi &= 20\cdot076 \pm 0\cdot573 \\ n &= -5^\circ8867 \pm 0\cdot1621 \\ \text{Umlaufszeit} &= 61\cdot154 \pm 1\cdot684 \text{ Jahre} \end{aligned}\right\} \text{IV}_a$$

Ich habe hier ausnahmsweise die mittleren Fehler der Elemente angeführt, um zu zeigen, mit welcher Unsicherheit letztere behaftet sind. Es liegt dies übrigens vollständig in der Natur der Sache und bedarf keiner weiteren Erklärung. Bezeichnet l den übrigbleibenden Fehler, so hat sich, aus den Bedingungsgleichungen berechnet, $\Sigma l^2 g$ von 520 auf 351 durch die neue Verbesserung erniedrigt. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass im Folgenden stets mittlere, niemals wahrscheinliche Fehler angeführt werden und dass diese immer aus den Quadraten der Fehler berechnet worden sind.

Überblickt man die Fehler (p. 6), welche die Elemente IV und IV_a übriglassen, so findet sich, dass bei den Elementen IV, 27 positive und 24 negative Fehler vorkommen und dass diese so angeordnet erscheinen, dass 15 Zeichenwechsel auftreten. Bei den Elementen IV_a dagegen hat man 26 positive, 25 negative Fehler und 13 Zeichenwechsel. Wenn hier eine kleine Verringerung in der für die Güte der Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung so wichtigen Anzahl der auftretenden Zeichenwechsel stattfindet, so gestaltet sich die Sache, wie natürlich, sehr viel mehr zu Gunsten der Elemente IV_a, wenn die mittlere Abweichung der Gewichtseinheit, also $\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2 g}{m}}$, wo Δ die Fehler, g das Gewicht und m die Anzahl der Fehler bedeutet, berechnet wird.

Es ergibt sich für das Elementensystem IV diese Grösse zu 3·57
IV_a 3·03.

Die Bedeutung der Gewichtseinheit ist folgende. Es wurde bei Ansetzung der relativen Gewichtszahlen der Beobachtung eines Abends bei W. Struve das Gewicht 5 gegeben. So entstand die erste Reihe von Gewichtszahlen. Hierauf wurden diese Zahlen durch 10 dividirt, und so die abgerundeten Gewichte gewonnen, die ausschliesslich zur Rechnung benützt werden sollten. Es ist also die Beobachtung vom Gewichte 1 so genau wie 2 Abendmittel von W. Struve.

Danach unterliegt es keinem Zweifel, dass die Elemente IV_a weit genauer sind als IV. Aber auch bei ihnen wird man nicht stehen bleiben dürfen, ohne die Grundsätze zu verletzen, welche in der Einleitung angedeutet worden sind. Wird die Vergleichung in so engen Intervallen ausgeführt, wie hier, wo jedes Jahr eine Vergleichung gemacht werden konnte, so wird die Grösse der m. Abweichung keinen Grund zu Zweifeln abgeben, hier um so weniger, als sich nur ganz vage Abschätzungen über die Genauigkeit, die bei einem so engen Sternpaare, wie ζ Cancri, die Beobachtung gestattet, machen lassen werden. Dies wird aber nur dann gelten, wenn die Vorzeichen der Fehler ziemlich gleichmässig vertheilt sind. Die Anzahl der Zeichenwechsel, welche von der Wahrscheinlichkeitsrechnung erfordert wird, ist also hier das bei weitem wichtigere Kriterium. Es sollten nun nach diesen Forderungen 25 Zeichenwechsel vorkommen, während nur 13 zu finden sind. Durch eine neue Verbesserung der Elemente allein wird diesem Übelstande in keinem Falle abgeholfen werden können, wenn nicht ein wesentlich neues Moment in die Betrachtung hineingezogen wird. Es frägt sich nun, ob solche neue Gesichtspunkte sich auffinden lassen. In der That aber lassen sich folgende Zweifel und Erwägungen hervorheben, die bei einer Untersuchung der Bewegung unseres Sternpaares in Frage kommen.

1. Die Jahresmittel sind mit Rücksicht auf die den einzelnen Beobachtungen verschiedener Beobachter zuertheilten Gewichte gebildet werden. Wir werden später sehen, dass diese ersten Gewichtsbestimmungen

ziemlich willkürlich sind und es bis zu einem gewissen Grade sein müssen, da es immer eine Abschätzung und nichts anderes bleibt, wenn man die relative Genauigkeit der Messung verschiedener Beobachter auf rationelle Weise durch Zahlen ausdrücken will. Grosse Mängel aber in der ersten Abschätzung der relativen Gewichtszahlen, die später beseitigt werden, können eine ziemliche Änderung in den Jahresmitteln hervorrufen.

2. Die ursprünglich gegebenen Beobachtungen wurden mit provisorischen Reductionselementen reducirt. Es sind desshalb die jedenfalls vorhandenen constanten Fehler entweder gar nicht oder in sehr zweifelhaft richtiger Weise verbessert worden. Dieser Umstand kann die Jahresmittel sehr alteriren und namentlich die Zahl der Zeichenwechsel desshalb sehr stark vermindern, weil im Allgemeinen sich in denselben Zeiträumen auch die Beobachtungen fast derselben Beobachter in allen Jahren wieder vorfinden.

3. Habe ich den Verdacht, dass die erste von W. Struve herrührende Beobachtung des Positionswinkels vom Jahre 1826, trotzdem sie das Mittel aus drei Abenden ist, durch irgend einen constanten Fehler arg entstellt ist. Die Vermuthung hat sich im Verlaufe der Arbeit bestätigt. Und demzufolge müsste die Ausgleichung noch einmal ausgeführt werden mit Ausschluss des ersten in der Tabelle auf p. 6 vorkommenden Jahresmittels. Es wird dies am Schlusse der Arbeit über die Bewegung des Sternes B geschehen, nachdem zugleich die Punkte 1 und 2 eingehende Berücksichtigung gefunden haben werden. Indessen habe ich die Sicherheit, dass die erste Struve'sche Beobachtung mit einem sehr grossen Fehler behaftet ist, erst erlangt, als ein sehr grosser Theil der hier mitzutheilenden Rechnungen ausgeführt worden war; es wäre demnach vielleicht besser gewesen, wenn der Ausschluss dieser Beobachtung eher eingetreten wäre, als es in Wirklichkeit geschehen ist.

4. Ist von der Einwirkung des dritten Sternes C, deren Untersuchung ja den Hauptzweck dieser Arbeit abgeben soll, bis jetzt nicht die Rede gewesen. Die Abweichungen zwischen Beobachtung und Rechnung sind im Ganzen nicht sehr weit von der Grenze entfernt, die man für die Grösse der Messungsfehler eines Objectes, wie ζ Cancri, noch zulassen könnte. Man würde desshalb auf den ersten Blick den Schluss ziehen, dass diese Einwirkung nur sehr gering sein müsse. Es ist aber noch ein zweiter Fall denkbar. Die störenden Einwirkungen von C auf die Bewegung von B um A können so beschaffen sein, dass sie innerhalb des von Beobachtungen erfüllten Zeitraumes sich durch eine passende Änderung der abgeleiteten Bahnelemente so compensiren lassen, dass beide der Beobachtung zugängliche Coordinaten ziemlich eben so gut durch eine einzige ungestörte Ellipse dargestellt werden können, als durch einen Kegelschnitt, der nach Massgabe nicht unbeträchtlicher störender Einwirkungen von Seite des dritten Sternes osculirt. In der That nun wird sich zeigen, dass dieser Fall, der gewiss an sich schon interessant ist, bei ζ Cancri intritt. Wir werden finden, dass man für C sehr bedeutende Massenwerthe annehmen kann, ohne die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung zu gefährden, und dass man ziemlich bedeutende annehmen muss, wenn man die im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate beste Darstellung erlangen will.

Den Hauptbeweggrund zu dieser Untersuchung bildet, wie gesagt, die nicht fortzuschaffende Reihenfolge in der Reihe der übrigbleibenden Fehler. Dass diese Erscheinung fortfällt, wenn man z. B. für die früher gebrauchten Normalorte die Differenz $B-R$ bildet, ist eigentlich selbstverständlich. Es wird also nicht auffallen, wenn jetzt in der Reihe:

	$B-R$		$B-R$		$B-R$
1826·22	+5°97	1846·75	+0°34	1868·06	−0°26
30·79	−2·55	51·02	+1·47	71·16	−0·66
32·59	−1·52	56·24	−0·63	74·20	+1·64
36·55	+0·13	60·78	−2·76	77·23	−0·51
41·51	+1·38	64·71	+0·25	79·55	−1·25

7 positive, 8 negative Fehler und 7 Zeichenwechsel vorkommen.

Ich habe nun noch die Halbaxe a der von B beschriebenen Bahnellipse nach den Elementen IV_a abzuleiten. Es ergibt sich, wenn das Mittel der Bestimmungen aus allen einzelnen Jahresmitteln genommen wird:

$$a = 0''851 \cdot 5 \pm 0''008 \cdot 5.$$

Die obige Zusammenstellung enthält bereits die Vergleichung der beobachteten Distanzen mit den aus dem angeführten a berechneten.

Die Reihe der Fehler zeigt 24 positive und 23 negative Abweichungen, während 17 Zeichenwechsel auftreten. Die mittlere Abweichung der Gewichtseinheit im obigen Sinne ist

$$\pm 0''058.$$

Es treten demnach hier ganz ähnliche Verhältnisse auf, wie bei den Positionswinkeln, nur weniger ausgesprochen wie früher. Diese Erscheinung ist ganz natürlich.

Offenbar kann nun Alles, was aus den Positionswinkeln bestimmt wird, auch aus den Distanzen abgeleitet werden. Indessen wird es dem Kundigen gegenüber keiner Erwähnung der Gründe bedürfen, die mich veranlasst haben, nur die Positionswinkel zu den folgenden Rechnungen zu benützen. Das auf solche Weise erlangte Resultat wurde dann zur Darstellung der Distanzen benützt. An der Richtigkeit der Methode dürfte nichts geändert werden, wenn auch die Distanzen, wie z. B. bei O. Struve, von allen Beobachtern eben so genau beobachtet wurden, wie die Positionswinkel. Doch dürfte dies namentlich in Anbetracht der auftretenden constanten Fehler im Allgemeinen nicht eintreffen.

Ich lasse zum Schlusse dieses Paragraphen eine Ephemeride nach den Elementen IV_a und mit dem letzten Werthe von a folgen. Es sind dabei die Zahlen bis auf etwa 0°01 und 0″001 genau gehalten.

1826·2	51°86	0″986	1852·2	323°92	0″997	1870·2	188°29	0″551
27·2	47·88	1·005	53·2	319·87	0·976	70·7	181·81	
28·2	44·06	1·025	54·2	315·64	0·954	71·2	175·33	0·552
39·2	40·37	1·043	55·2	311·20	0·930	71·7	168·90	
30·2	36·80	1·059	56·2	306·52	0·905	72·2	162·57	0·560
31·2	33·34	1·073	57·2	301·57	0·880	72·7	156·38	
32·2	29·96	1·086	58·2	296·30	0·852	73·2	150·35	0·576
33·2	26·65	1·097	59·2	290·68	0·823	73·7	144·52	
34·2	23·40	1·106	60·2	284·64	0·794	74·2	138·89	0·597
35·2	20·20	1·113	61·2	278·14	0·763	74·7	133·49	
36·2	17·04	1·119	62·2	271·09	0·733	75·2	128·32	0·624
37·2	13·91	1·123	62·7	267·34		75·7	123·37	
38·2	10·80	1·127	63·2	263·34	0·702	76·2	118·65	0·654
39·2	7·70	1·128	63·7	259·34		76·7	114·15	
40·2	4·60	1·127	64·2	255·07	0·672	77·2	109·86	0·686
41·2	1·49	1·125	64·7	250·60		77·7	105·77	
42·2	358·36	1·121	65·2	245·93	0·642	78·2	101·86	0·718
43·2	355·20	1·115	65·7	241·05		79·2	94·55	0·752
44·2	352·02	1·108	66·2	235·96	0·615	80·2	87·87	0·785
45·2	348 79	1·100	66·7	230·65		81·2	81·72	0·817
46 2	345·50	1·090	67·2	225·13	0·591	82·2	76·03	0·848
47·2	342·15	1·078	67·7	219·40		83 2	70·73	
48·2	338·72	1·065	68·2	213·47	0·572	84·2	65·77	0·905
49·2	335·19	1·050	68·7	207·37		85·2	61·10	
50·2	331·56	1·034	69·2	201·12	0·558	86·2	56·69	0·957
51·2	327·81	1·016	69·7	194·74		87·2	52·50	
52·2	323·92	0·997	70·2	188·29	0·551	88·2	48·49	1·002

§. 3.

Die erhaltenen Resultate können auch noch auf einem von dem früheren vollständig verschiedenen Wege bestätigt werden. Bewegte sich der Stern um A ohne eine anziehende Wirkung von C zu erfahren, so müssten

die beobachteten Positionswinkel p und Distanzen ρ insoweit den Kepler'schen Gesetzen genügen, als sie nicht durch Beobachtungsfehler entstellt sind. Es müsste also

$$\rho^2 \frac{dp}{dt} = c$$

eine Constante sein für alle Zeiten. Man kann $\frac{dp}{dt}$ so genau ableiten, dass man keinen allzu grossen Einfluss von den Messungsfehlern zu befürchten braucht. Es wird sich dann aus den zahlreichen gemessenen Distanzen ein zuverlässiger Werth von c ableiten lassen, und mit diesem wird sich für jede beliebige Zeit ein Werth für ρ ergeben, dessen Übereinstimmung mit der beobachteten Distanz einen Schluss erlauben wird, in wie weit das Kepler'sche Gesetz Geltung hat.

Um $\frac{dp}{dt}$ möglichst genau berechnen zu können, muss ein Interpolationsverfahren angewandt werden, welches sich möglichst allen beobachteten Jahresmitteln anschliesst. Ich war in der Lage, dazu eine Formel anwenden zu können, die ich ursprünglich für andere Zwecke abgeleitet habe. Es wurden nämlich alle Jahresmittel, welche zur Ableitung der Elemente II benützt worden, nach der Methode der kleinsten Quadrate, jedoch ohne die verschiedenen Gewichte zu berücksichtigen, behandelt. Es stellte sich heraus, dass die beobachteten Positionswinkel ziemlich gut durch die Formel dargestellt werden:

$$p = 332^\circ262 - 74^\circ638\, t - 11^\circ360\, t^2 - 23^\circ810\, t^3 - 52^\circ443\, t^4 - 3^\circ352\, t^5 + 24^\circ683\, t^6. \qquad (1)$$

Es ist hierin t als Vielfaches von 20 Jahren auszudrücken und vom Jahre 1850·0 an zu zählen. Es ist selbstverständlich, dass diese Formel gar keine andere Bedeutung hat, als die einer Interpolationsformel. Sie wird desshalb innerhalb des Zeitraumes, für welchen dieselbe abgeleitet worden ist, auch dann noch zur Berechnung des Differentialquotienten $\frac{dp}{dt}$ vorzüglich geeignet sein, nachdem man bemerkt hat, dass sie keineswegs den Anfang einer convergenten Reihenentwicklung darstellt. Man kann aber auch diese Convergenz erlangen, wenn man die Formel nur für kleine Zeiträume gelten lässt, und dem zufolge den Anfangspunkt, von welchem t gezählt werden soll, auf verschiedene Zeiten legt. Auf diese Weise habe ich, allerdings blos aus Bequemlichkeitsrücksichten, die Formel (1) in fünf andere zerlegt, indem ich den Anfangspunkt, von dem t gezählt wird, nach einander auf 1830·0, 40·0, 50·0, 60·0 und 70·0 legte. Wird dann ausserdem t in Jahrzehnten ausgedrückt, so ist also t in den folgenden Formeln $\leqq \frac{1}{2}$ und dieselben zeigen bereits eine ziemlich bedeutende Convergenz.

1830·0	$p =$	$34^\circ942$	$-\ 39^\circ217\, t$	$+37^\circ294\, t^2$	$-42^\circ652\, t^3$	$+20^\circ910\, t^4$	$-4^\circ783\, t^5$	$+0^\circ386\, t^6$
1840·0		6·930	− 30·295	− 6·745	+ 1·374	+ 3·031	−2·419	+0·386
1850·0		332·262	− 37·319	− 2·840	− 2·976	− 3·278	−0·105	+0·386
1860·0		286·130	− 63·249	−26·697	− 9·421	+ 1·984	+2·210	+0·386
1870·0		191·342	−123·611	−15·181	+28·320	+18·815	+4·523	+0·386

(2)

Nach diesen Formeln wurden die Positionswinkel für den Zeitraum von 1826·0 bis 1878 berechnet. Die Vergleichung dieser mit den Beobachtungen findet sich als letzte Columne in der Tabelle auf p. 162. Man sieht, dass man es ohne Mühe in der Hand hat, nur durch passende Änderung der constanten Coëfficienten in (2) die Übereinstimmung sehr viel weiter zu treiben. Für die gegenwärtigen Zwecke wäre dies aber nutzlos, indem (2) nur zur Berechnung der Differentialquotienten dienen soll. Diese werden aber, wie ersichtlich, nirgends in dem erwähnten Zeitraume wesentlich von der Wahrheit abweichen können. Dass (2) nur zu interpolatorischen Zwecken brauchbar ist und ausserhalb des Zeitintervalles, für welches die Coëfficienten abgeleitet worden sind, keine Geltung hat, sieht man sofort, wenn man die Positionswinkel für die Jahre 1878, 1879, 1880 berechnet. Es findet sich:

1878·0	106·53
1879·0	103·00
1880·0	104·59,

also in jedem Falle total falsche Werthe.

Mit Hilfe von (2) ergeben sich nun für $\frac{dp}{dt}$ folgende Werthe, wenn als Zeiteinheit das Jahr genommen wird:

1826·0	−9°55	1836·5	−2°58	1847·0	−3°61	1857·5	−5°17	1868·0	−11°47
26·5	−8·50	37·0	−2·63	47·5	−3·62	58·0	−5·37	68·5	−11·73
27·0	−7·56	37·5	−2·69	48·0	−3·64	58·5	−5·59	69·0	−11·97
27·5	−6·73	38·0	−2·76	48·5	−3·66	59·0	−5·82	69·5	−12·19
28·0	−6·00	38·5	−2·82	49·0	−3·68	59·5	−6·06	70·0	−12·36
28·5	−5·36	39·0	−2·89	49·5	−3·70	60·0	−6·33	70·5	−12·50
29·0	−4·80	39·5	−2·96	50·0	−3·73	60·5	−6·60	71·0	−12·58
29·5	−4·33	40·0	−3·03	50·5	−3·76	61·0	−6·89	71·5	−12·60
30·0	−3·92	40·5	−3·10	51·0	−3·80	61·5	−7·19	72·0	−12·57
30·5	−3·58	41·0	−3·16	51·5	−3·84	62·0	−7·50	72·5	−12·47
31·0	−3·30	41·5	−3·22	52·0	−3·89	62·5	−7·82	73·0	−12·29
31·5	−3·06	42·0	−3·27	52·5	−3·95	63·0	−8·15	73·5	−12·02
32·0	−2·88	42·5	−3·33	53·0	−4·02	63·5	−8·49	74·0	−11·67
32·5	−2·74	43·0	−3·38	53·5	−4·11	64·0	−8·83	74·5	−11·23
33·0	−2·63	43·5	−3·42	54·0	−4·19	64·5	−9·18	75·0	−10·67
33·5	−2·56	44·0	−3·45	54·5	−4·29	65·0	−9·53	75·5	−9·99
34·0	−2·51	44·5	−3·49	55·0	−4·40	65·5	−9·87	76·0	−9·19
34·5	−2·49	45·0	−3·52	55·5	−4·53	66·0	−10·21	76·5	−8·25
35·0	−2·48	45·5	−3·54	56·0	−4·67	66·5	−10·55	77·0	−7·16
35·5	−2·50	46·0	−3·57	56·5	−4·82	67·0	−10·87		
36·0	−2·54	46·5	−3·59	57·0	−4·99	67·5	−11·18		

Berechnet man nun mit Hilfe dieser Zahlen und der beobachteten Werthe von ρ für alle Beobachtungsepochen $-\rho^2\frac{dp}{dt}$, so ergibt sich als Mittel, ohne Rücksicht auf die Gewichte

$$-\rho^2\frac{dp}{dt} = 4\cdot235.$$

Mit diesem Werthe kann man nun umgekehrt wieder die Distanzen berechnen.

In der folgenden Zusammenstellung sind die einzelnen $-\rho^2\frac{dp}{dt}$, ρ und die Differenz $B-R$ für die Distanzen mitgetheilt.

	$-\rho^2\frac{dp}{dt}$	ρ	$B-R$		$-\rho^2\frac{dp}{dt}$	ρ	$B-R$
1826·22	11·32	0″682	+0″438	1855·18	4·53	0″977	+0″033
28·80	5·17	0·918	+0·097	56·28	4·65	0·944	+0·045
31·27	3·86	1·156	−0·136	57·38	4·95	0·909	+0·073
32·17	3·88	1·224	−0·053	58·20	4·93	0·881	+0·069
33·21	3·28	1·276	−0·153	59·30	4·58	0·848	+0·033
35·31	3·13	1·306	−0·185	60·27	4·25	0·809	+0·001
36·76	3·81	1·274	−0·065	61·27	4·80	0·775	+0·050
40·23	3·06	1·177	−0·177	62·31	3·51	0·742	−0·067
41·16	3·80	1·154	−0·061	63·13	3·56	0·717	−0·060
42·44	4·12	1·130	−0·016	64·18	3·66	0·688	−0·049
43·22	4·28	1·116	+0·006	65·38	4·74	0·658	+0·038
44·28	5·01	1·105	−0·097	66·23	3·75	0·639	−0·038
45·39	3·74	1·094	−0·066	68·22	4·98	0·605	+0·051
46·26	3·90	1·088	−0·045	69·35	3·34	0·591	−0·066
47·29	3·79	1·082	−0·059	70·27	3·73	0·584	−0·036
48·26	3·73	1·077	−0·068	71·24	4·06	0·580	−0·012
49·31	3·49	1·072	−0·100	72·25	4·80	0·582	+0·037
50·29	3·77	1·063	−0·061	73·22	4·25	0·590	+0·001
51·26	3·92	1·053	−0·040	74·16	4·56	0·606	+0·023
52·26	3·82	1·039	−0·052	75·21	4·16	0·639	−0·006
53·36	4·36	1·019	+0·014	76·20	3·84	0·694	−0·033
54·21	3·75	1·001	−0·059				

Die Differenzen $B-R$ erheben sich nur selten ihrem Betrage nach über Grössen, die mit einiger Sicherheit aus den Beobachtungen erkannt werden können. Die schlechte Vertheilung der Vorzeichen ist hier allerdings noch auffallender als früher, und fordert also um so mehr zu den folgenden Untersuchungen auf.

Für uns aber ist die überaus grosse Differenz bei dem ersten Jahresmittel von besonderer Wichtigkeit. Die Interpellationsformeln (1) und (2), auf welchen die Werthe der Differentialquotienten $\frac{dp}{dt}$ beruhen, schliesst sich gerade dieser Struve'schen Beobachtung vollkommen an; ist dieser Positionswinkel, wie bereits vermuthet worden, um ein Beträchtliches zu gross, so muss die berechnete Distanz ρ um ein Entsprechendes zu klein aus der Anwendung des Flächensatzes hervorgehen. Ich halte dies Resultat für einen sehr kräftigen Beweis für die Unvereinbarkeit der betreffenden Beobachtung mit den folgenden. Im weiteren Verlaufe dieser Arbeit wird diese nun ziemlich fest begründete Annahme die vollständigste Bestätigung finden.

Bis jetzt haben wir gefunden, dass die Beobachtungen durchaus nicht mit Sicherheit auf eine merkbare Einwirkung des dritten Sternes auf die Bewegung von B um A hindeuten. Vielmehr ist diese Einwirkung auf eine nicht einmal unzweideutige Weise nur angedeutet.

Es liegt uns desshalb jetzt die Aufgabe ob, diese Einwirkung, wenn sie überhaupt stattfindet, näher kennen zu lernen. Zunächst wird es sich um die Feststellung der Methode handeln müssen, die dabei zu befolgen sein wird.

§. 4.

Eine allgemeine Theorie der dreifachen Sterne aufstellen zu wollen, käme mit dem Versuche überein, das Problem der drei Körper in dem allgemeinen Falle zu behandeln, wo die Grösse und gegenseitige Lage der auftretenden Massen so beschaffen ist, dass alle gegenseitigen Anziehungen durch Grössen gegeben sind, die als von derselben Ordnung angesehen werden müssen. Daraus ist von vorneherein ersichtlich, dass die Bewegung in dreifachen Sternsystemen, zufolge des gegenwärtigen Standes der diesbezüglichen mathematischen Forschungen, nur dann einer eingehenden Behandlung zugänglich ist, wenn sich das Problem der drei Körper in ein Störungsproblem verwandelt, d. h. dann, wenn an jener oben erwähnten Allgemeinheit nicht festgehalten wird. Aber auch so wird in der Theorie der dreifachen Sterne mancher Vortheil fehlen, der in unserem Sonnensystem, namentlich in den Anfangsstadien der Entwicklung der Mechanik des Himmels, von wesentlichem Einfluss auf die günstige Entfaltung der Störungstheorie gewesen ist. Man darf nämlich nicht annehmen, dass die Excentricitäten der von den Sternen um den Schwerpunkt des Systemes näherungsweise beschriebenen Ellipsen, kleine Grössen seien. Es werden also, abgesehen von speciellen Fällen, Entwickelungen, welche nach Potenzen dieser Grössen fortschreiten, nicht zulässig sein. So liegt z. B. in ζ Cancri die Excentricität der Bahn, welche B um A beschreibt, schon ausserhalb der Grenze, wo noch die Entwicklung der excentrischen Anomalie als Function der Zeit in Form einer nach den Potenzen der Excentricität fortschreitenden Reihe mit Vortheil angewandt werden kann. Es werden also solche Entwicklungen zu vermeiden sein. Dadurch wird in die folgende Rechnung eine unangenehme Complication eingeführt. Es unterliegt nämlich keinem Zweifel, dass die absoluten Störungen vor den speciellen den grossen Vortheil voraus haben, dass sie einer ungefähren Abschätzung durch geometrische Betrachtung weit zugänglicher sind. Der Ausgang von einem bestimmten Osculationspunkte kann diese ursprüngliche Übersichtlichkeit in den störenden Einwirkungen vollständig verdecken, und thut dies in der That in den allermeisten Fällen.

Bei der eigenthümlichen Verwicklung, die nun die Verhältnisse bei ζ Cancri mit sich bringen, sind aber die absoluten Störungen nicht gut anders zu berechnen, als durch Entwicklungen, welche wenigstens den nach Potenzen der Excentricität fortschreitenden Reihen analog angelegt sind. Ich musste also hier auf einen wesentlichen Vortheil Verzicht leisten und die Integrationen auf mechanischem Wege ausführen.

Es wäre nutzlos, sich noch weiter in allgemeinen Bemerkungen zu ergehen. Vielmehr wird die specielle Lage der Dinge, wie sie gerade bei dem zu behandelnden Sternsysteme vorkommt, die Mittel an die Hand geben, eine in dem vorliegenden Falle brauchbare Form für die Störungsrechnungen aufzustellen. Zugleich

werden auch die allgemeinen Eigenschaften, durch welche sich eine Ausbildung der Theorie der dreifachen Sterne von der unserem Planetensystem angepassten Störungstheorie naturgemäss unterscheidet, von selbst hervortreten, so dass es kaum nöthig sein wird, darauf näher einzugehen. Nur ein Umstand bedarf einer besonderen Erwähnung. Man beobachtet bei den dreifachen Sternen nur die Bewegung in der Projectionsebene, also in zwei auf dem Visionsradius senkrechten Richtungen. Zugleich werden aber die wirklichen, in dieser Ebene liegenden Coordinaten gemessen; es sind demnach die gestörten Coordinatenwerthe bekannt. Dadurch ist man, wenigstens dann, wenn es sich darum handelt, die Störungen für einen Zeitraum zu berechnen, für welchen Beobachtungen vorliegen, in die Lage versetzt, einen beträchtlichen Theil der Störungen höherer Ordnung sofort mitnehmen zu können, namentlich dann, wenn die Neigungen der von beiden Sternen näherungsweise beschriebenen Bahnebenen nicht sehr gross sind. Also auch dann, wenn die Störungen höherer Ordnungen beträchtlich sind, bietet die Natur der Beobachtungsresultate von selbst die Mittel dar, eine Convergenz der Entwicklungen herbeizuführen, die auf andere Weise gar nicht, oder nur schwer zu erlangen wäre. Die dadurch entstehende Vereinfachung des Problems ist sehr wesentlich; sie ist aber, wie mir scheint, bis jetzt nicht genügend hervorgehoben worden.

Dadurch, dass die Beobachtungen nur über die Bewegung in der Projectionsebene Aufschluss geben, sind die Bewegungselemente der drei Sterne nicht unzweideutig bestimmt. Nehmen wir, um ganz concret vorgehen zu können, an, dass von den drei in Frage kommenden Sternen A, B und C, die Sterne B und C sich näherungsweise um A in Ellipsen bewegen. Dann werden die Beobachtungen die Knotenlängen der beiden Bahnen bis auf 180° unbestimmt lassen. Es werden als z. B. alle vier Knotenlängen:

$$\Omega,\ \Omega',\ 180°+\Omega,\ 180°+\Omega',$$

den Beobachtungen vollständig gleich gut genügen und man hätte also bei der Durchführung des Störungsproblemes vier mögliche Combinationen in Erwägung zu ziehen. Diese reduciren sich aber auf nur zwei, so dass die Störungsrechnungen nur über eine doppelte Unbestimmtheit zu entscheiden haben werden, ob nämlich bei einem angenommenen Werthe der ersten Knotenlänge z. B. Ω, der eine oder der andere Werth der anderen Knotenlänge zu nehmen sei, d. h. eine bessere Übereinstimmung mit den Beobachtungen liefert. Offenbar sind alle Verhältnisse dieselben, ob man die Combination Ω und Ω' oder $180°+\Omega$ und $180°+\Omega'$ nimmt. Dessgleichen wird in den Störungswerthen kein Unterschied eintreten, ob man $180°+\Omega$ und Ω' oder Ω mit $180°+\Omega'$ zusammen gelten lässt. Man sieht dies sofort ein, wenn man sich die Sachlage geometrisch verdeutlicht. Die Lagen der beiden Bahnen in einem der vier Fälle denke man sich nämlich gespiegelt in einem durch den Stern A gehenden mit der Projectionsebene zusammenfallenden Spiegel. Dann wird das Spiegelbild dieser Bahnen einer andern der vier Combinationen entsprechen. So ist z. B. die Bahnanlage, welche durch Ω, Ω' angedeutet wird, das Spiegelbild von $180+\Omega$ und $180+\Omega'$. Nun müssen offenbar alle Bewegungen ganz entsprechende Bewegungen im Spiegelbilde zeigen, weil alle Theile in vollkommen symmetrischer Anordnung sind gegen die spiegelnde Projectionsebene und nur Vorgänge in dieser dargestellt werden sollen. Es wird also die nach Beendigung der Störungsrechnungen noch übrigbleibende Zweideutigkeit noch fortbestehen, aber die Rechnungen leiden in keinem Falle darunter.

Was nun die speciellen Verhältnisse betrifft, die ζ Cancri darbietet und die zu betrachten für das Folgende massgebend sein muss, so sind das folgende:

1. Der Stern C ist ungefähr $5''-6''$ von A entfernt, während die Grösse der Entfernung AB eine Bogensecunde kaum übersteigt. Das Verhältniss dieser beiden Entfernungen ist also immer eine kleine Grösse, und da dies die einzige auftretende kleine Grösse ist, so ist klar, dass sich eine Entwicklung, die nach Potenzen derselben fortschreitet, von selbst als vortheilhaft empfiehlt.

2. C bewegt sich näherungsweise in einem Kreise um die Mitte von A und B. Mechanisch hat dies allerdings nur einen Sinn, wenn A und B gleiche Massen haben, also die Mitte von A und B zugleich den Schwerpunkt dieser beiden Massen darstellt. Es wird aus der genaueren Betrachtung der Bewegung von C hervorgehen, dass durch die Beobachtungen, die sich auf den kurzen Bogen, den C bis jetzt beschrieben hat,

beziehen, dieser Annahme wenigstens nicht widersprochen wird. Man wird desshalb keinen merklichen Fehler in den berechneten Störungen zu befürchten haben, der aus einer etwaigen Unrichtigkeit dieser Annahme hervorgeht. Überhaupt wird eine vollständige Strenge in den Daten der Störungsrechnung weder erreichbar noch nothwendig sein. Ist doch die Genauigkeit der Beobachtungen nur eine mässige und demzufolge sind auch die Ansprüche nicht zu hoch, die an die Genauigkeit der berechneten störenden Einwirkung gestellt wird.

3. Die Störungen höherer Ordnung werden nach den gemachten allgemeinen Bemerkungen zum grössten Theile dadurch berücksichtigt werden, dass man die beobachteten Werthe der beiden in der Projectionsebene liegenden Coordinaten oder Rechnungsgrössen (wie z. B. in unserem Falle die aus den Elementen IV_a hervorgehenden Coordinatenwerthe) benützt, welche mit den Beobachtungen genügend übereinstimmen. Die Mitnahme der Glieder höherer Ordnung durch dies Verfahren wird, wie schon erwähnt, um so vollständiger sein, je kleiner die Neigung der Bahnen von B und C gegen die Projectionsebene ist. Für den Stern B bei ζ Cancri ist nun die Neigung in der That klein und dürfte desshalb das genannte Verfahren gerade hier von grossem Nutzen sein.

4. Bei ζ Cancri tritt dagegen von einer andern Seite her eine bedeutende Complication und Erschwerung des Problems ein. Der Stern C hat während den von den vorhandenen Beobachtungen ausgefüllten Zeitraumes erst einen Bogen von etwa 30 Grad beschrieben. Ein Versuch, aus dieser geringen Bewegung selbst nur rohe Näherungswerthe für eine etwaige elliptische Bahn um den Schwerpunkt von A und B abzuleiten (nach bekannten Sätzen der analytischen Mechanik bewegt sich bekanntlich C um den Schwerpunkt von A und B bis auf Glieder zweiter Ordnung in Bezug auf die Stöungen in einem Kegelschnitte) wäre vollständig unstatthaft, weil durch ihn nur Täuschungen und Illusionen hervorgerufen werden könnten. Es bleibt desshalb nichts Anderes übrig, als die beiden Grössen, welche, nachdem die Annahme einer Kreisbewegung adoptirt ist, zur vollständigen Bestimmung der Bewegung von C ausreichen, nämlich Neigung und Knoten als Unbekannte mit in das Störungsproblem einzuführen und den Versuch zu machen, diese Unbekannten aus der gestörten Bewegung von B um A abzuleiten. Es gehört also die hier auftretende Aufgabe zu den umgekehrten Störungsproblemen. Theoretisch scheint, wie das Folgende zeigen wird, der Lösung der Aufgabe keine wesentliche Schwierigkeit entgegenzustehen, nachdem man sich für die Einführung der mechanischen Integrationen entschieden hat. Dass die wirkliche Ausführung aber zuverlässige Resultate liefern wird, muss a priori, zufolge der in §. 2 angeführten Rechnungsresultate, zweifelhaft erscheinen.

Ich hoffe aber, dass auch in diesem Falle die vollständige Durchführung eines an sich gewiss interessanten Problems, der darauf verwendeten Zeit nicht ganz unwerth ist.

Ich gehe nun zur Ableitung der im Folgenden gebrauchten Formeln über. Ich lege durch den Stern A als Anfangspunkt ein rechtwinkeliges Coordinatensystem der xyz, so dass die xy-Ebene mit der Projectionsebene zusammenfällt und z darauf senkrecht steht.

Es seien nun xyz die Coordinaten von B, r die Entfernung AB. Ebenso:

$x'y'z'$ „ „ „ C, r'_1 „ „ AC. Δ die Entfernung $\overline{BC}$.

Die Massen von A, B, C bezeichne ich der Reihe nach mit 1, m und m', die Anziehungsconstante mit k^2. Dann sind die Componenten der störenden Kraft, welche C auf B ausübt.

$$X = k^2 m' \left(\frac{x'-x}{\Delta^3} - \frac{x'}{r_1'^3}\right)$$

$$Y = k^2 m' \left(\frac{y'-y}{\Delta^3} - \frac{y'}{r_1'^3}\right) \qquad (1)$$

$$Z = k^2 m' \left(\frac{z'-z}{\Delta^3} - \frac{z'}{r_1'^3}\right)$$

Ich beziehe nun den Stern C auf ein dem früheren paralleles Coordinatensystem, dessen Anfang aber in einem Punkte liegt, der den Radius vector r in einem constanten Verhältnisse theilt. Und zwar sei seine Entfernung von A gleich nr, also von $B=(1-n)r$. Sind dann weiter $\xi'\ \eta'\ \zeta'$ die Coordinaten von C in diesem neuen Coordinatensystem, r' die Entfernung von C von dem genannten Punkte und σ der Winkel, den r' mit der Richtung von A nach B bildet, so hat man:

$$\Delta^2 = r'^2 + (1-n)^2 r^2 - 2rr'(1-n)\cos\sigma.$$

Man kann nun bekanntlich sehr leicht die ungeraden ganzen Potenzen von Δ in Reihen nach Kugelfunctionen entwickeln. Es ist:

$$\frac{1}{\Delta^3} = \frac{1}{r'^3}\left\{1 + 3P_1\frac{(1-n)r}{r'} + (5P_2+1)\frac{(1-n)^2r^2}{r'^2} + \ldots\right\}. \tag{2}$$

Und die Ausdrücke für die zwei ersten Kugelfunctionen sind:

$$P_1 = \cos\sigma;\quad P_2 = \frac{3}{2}\left(\cos^2\sigma - \frac{1}{3}\right). \tag{3}$$

Bezeichne ich noch mit $\xi\eta\zeta$ die Coordinaten von B in Bezug auf das neue Coordinatensystem, so ist:

$$\cos\sigma = \frac{\xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta'}{(1-n)rr'}.$$

Nun ist aber weiter:

$$\xi = x(1-n);\quad \eta = y(1-n);\quad \zeta = (1-n)z.$$

Demnach haben wir:

$$\cos\sigma = \frac{x\xi' + y\eta' + z\zeta'}{rr'} = \frac{\Phi}{rr'} + \frac{z\zeta'}{rr'},$$

wenn zur Abkürzung gesetzt wird:

$$\Phi = x\xi' + y\eta'.$$

Die Gleichungen (3) ergeben jetzt:

$$P_1 = \frac{\Phi}{rr'} + \frac{z\zeta'}{rr'};\quad P_2 = \frac{3}{2}\left(\frac{\Phi}{rr'} + \frac{z\zeta'}{rr'}\right)^2 - \frac{1}{2}.$$

In ganz ähnlicher Weise ist nun auch:

$$r_1'^2 = n^2r^2 + r'^2 + 2nr.r'\cos\sigma \tag{4}$$

$$\frac{1}{r_1'} = \frac{1}{r'\sqrt{1 + n^2\frac{r^2}{r'^2} + 2n\frac{r}{r'}\cos\sigma}}.$$

also:

$$\frac{1}{r_1'^3} = \frac{1}{r'^3}\cdot\left\{1 - 3P_1\frac{nr}{r'} + (5P_2+1)\frac{r^2}{r'^2}n^2 + \ldots\right\}. \tag{5}$$

Aus (2) und (5) findet sich weiter:

$$\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r_1'^3} = \frac{1}{r'^3}\left\{3P_1\frac{r}{r'} + (5P_2+1)\frac{r^2}{r'^2}(1-2n) + \ldots\right\}$$

Wir haben jetzt die in (1) vorkommenden $x'\ y'\ z'$ durch die $\xi'\ \eta'\ \zeta'$ zu ersetzen. Es ist aber:

$$x' = nx + \xi'$$
$$y' = ny + \eta'$$
$$z' = nz + \zeta'.$$

Und in Folge dessen:

$$\frac{X}{k^2 m'} = -\frac{x}{r'^3}\left\{1 + 3P_1\frac{(1-n)r}{r'} + (5P_2+1)\frac{(1-n)^2 r^2}{r'^2} + \ldots\right\}$$

$$+ \frac{nx+\xi'}{r'^3}\left\{3P_1\frac{r}{r'} + (5P_2+1)\frac{r^2}{r'^2}(1-2n) + \ldots\right\}$$

und gehörig reducirt:

$$\frac{X}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^3}\left\{-x + 3P_1\frac{r}{r'}(\xi' + (2n-1)x) + (5P_2+1)\frac{r^2}{r'^2}[(3n-3n^2-1)x + (1-2n)\xi']\right\}.$$

Obwohl es gar keine Schwierigkeit macht, diese allgemeinere Formel, in welcher Ausdehnung man will zu behandeln, so will ich doch gleich die Vernachlässigungen anführen, auf welchen die folgende Anwendung beruht. Ich habe nämlich das Glied 2. Ordnung fortgelassen nnd ausserdcm $n = \frac{1}{2}$ angenommen, also einfach gesetzt:

$$\frac{X}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^3}\cdot\left\{-x + 3P_1\frac{r}{r'}\xi'\right\}.$$

Setzt man hierin den oben angeführten Werth für P_1 ein, und ersetzt r' durch die Entfernung ρ von C vom Schwerpunkt, wo also gesetzt worden ist:

$$\rho'^2 = \xi'^2 + \eta'^2,$$

so ergibt sich:

$$\frac{X}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^5}\cdot\left\{(-x\rho'^2 + 3\Phi\xi') + 3z\xi'\zeta' - x\zeta'^2\right\}.$$

Man sieht übrigens, dass in der allgemeinen obigen Formel die grössten Glieder 2. Ordnung durch die Substitution $n = \frac{1}{2}$ von selbst verschwinden, also die abgeleitete Formel in diesem Falle eine grössere Genauigkeit gewährt, als sonst.

Die Grössen ρ', ξ' und η' sind durch die Beobachtungen direct gegeben, während ζ' unbekannt ist. Es lässt sich aber ζ', das natürlich eine Function der Zeit ist, sofort durch zwei constante Unbekannte ausdrücken, wenn wir uns an den bereits erwähnten bekannten Satz der analytischen Mechanik erinnern, dass sich C bis auf Glieder der 2. Ordnung in einer Ebene um den Schwerpunkt von B und A bewegt. Bezeichnen wir demnach mit i'' und Ω' Neigung und Knotenlänge dieser Ebene, und setzt man:

$$t = -\operatorname{tang} i'' \sin \Omega'$$
$$u = +\operatorname{tang} i'' \cos \Omega',$$

während, wenn mit p' der Positionswinkel von C, bezogen auf den Schwerpunkt von A und B bezeichnet wird, die Gleichung stattfindet:

$$\xi' = \rho' \cos p'$$
$$\eta' = \rho' \sin p',$$

so wird sich ζ' so darstellen:

$$\rho' = \xi' t + \eta' u,$$

und dadurch kann geschrieben werden:

$$\frac{X}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^5}\left\{(-x\rho'^2 + 3\Phi\xi') + 3z\xi'(\xi' t + \eta' u) - x(\xi' t + \eta' u)^2\right\}.$$

Der Ausdruck für Y ergibt sich daraus durch einfache Buchstabenvertauschung:

$$\frac{Y}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^5}\left\{(-y\rho'^2 + 3\Phi\eta') + 3z\eta'(\xi' t + \eta' u) - y(\xi' t + \eta' u)^2\right\},$$

während man für die Componente Z auf leichte Weise findet:

$$\frac{Z}{k^2 m'} = \frac{1}{r'^5}\left\{-z\rho'^2 + 3\Phi(\xi' t + \eta' u) + 2z(\xi' t + \eta' u)^2\right\}.$$

Die drei Formeln (7) können wir schematisch darstellen: Die Coëfficienten von

$$\frac{1}{r'^5},\ \frac{t}{r'^5},\ \frac{u}{r'^5},\ \frac{t^2}{r'^5},\ \frac{u^2}{r'^5},\ \frac{2tu}{r'^5}$$

bezeichne ich der Reihe nach mit

I II III IV V VI;

dann sind die Werthe dieser sechs durch römische Zahlen bezeichneten Coëfficienten in:

	I	II	III	IV	V	VI
$\frac{X}{k^2 m'}$ …	$(-x\rho'^2 + 3\Phi\xi')$	$+3z\xi'^2$	$+3z\xi'\eta'$	$-x\xi'^2$	$-x\eta'^2$	$-x\xi'\eta'$
$\frac{Y}{k^2 m'}$ …	$(-y\rho'^2 + 3\Phi\eta')$	$+3z\xi'\eta'$	$+3z\eta'\eta'$	$-y\xi'^2$	$-y\eta'^2$	$-y\xi'\eta'$
$\frac{Z}{k^2 m'}$ …	$(-z\rho'^2 + 3\Phi\zeta')$	$+3\Phi\zeta'$	$+3\Phi\eta'$	$+2z\xi'^2$	$+2z\eta'^2$	$+2z\xi'\eta'$

Die sechs Grössen, welche auf diese Weise als Factoren der zuletzt angeführten Coëfficienten auftreten, sind aber nicht unabhängig von einander, indem r' auch Function von t und u ist. Hätte man nun bereits Näherungswerthe für t und u, so wäre die Darstellung der Störungscomponenten in einer Form, welche die nöthigen Verbesserungen δt und δu in linearer Form enthalten, sofort durch einfache Differentiation gegeben, und man könnte dann auch die höheren Glieder ohne viel Mühe mitnehmen. Dieses ist aber nicht der Fall. Um nun zu solchen Näherungswerthen zu gelangen, habe ich angenommen, dass r' bei den Integrationen nach der Zeit als constant anzusehen ist. Man hat Grund, anzunehmen, dass die Bahn von C wenigstens keine allzu grosse Neigung gegen die Proportionsebene aufweist. Diese Annahme wird natürlich nur zur ersten Hypothesenrechnung zu benützen sein. Dazu kommt noch, dass C sich in der betrachteten Zeit, für welche die Einwirkung auf B berechnet werden soll, nur etwa um 30 Grad im Positionswinkel bewegt hat. Wenn also, wie es den Anschein hat, die Excentricität der von C beschriebenen Bahn nicht allzu gross ist, wird sich näherungsweise eine solche Bewegung durch eine Kreisbewegung substituiren lassen, und was die störende Wirkung betrifft, wird es zwar ziemlich gleichgiltig sein, ob man die Bewegung des störenden Körpers der Wahrheit gemäss betrachtet, oder dafür einen Körper setzt, der sich mit constanter Geschwindigkeit in einem Kreise bewegt, der sich möglichst nahe dem wirklich beschriebenen Bogen anschliesst. Dieses Verfahren ist jedenfalls zulässig, wenn es sich, wie im gegenwärtigen Falle, darum handelt, die Störungen allein zu berechnen; dagegen werden die aus dieser Berechnung hervorgehenden Werthe von t und u allerdings möglicherweise reine Rechnungsgrössen sein können, die in der Wirklichkeit keine vollständige Interpretation erhalten können. Indessen liegt dies dann in der Natur des Problemes und ist desshalb ohne Zweifel ganz ungefährlich, weil, nachdem einmal Näherungswerthe erhalten sind, diese zu prüfen, eine Aufgabe ist, welche gar keine Schwierigkeiten darbietet.

Zur Integration der Bewegungsgleichungen habe ich das bekannte Laplace'sche Verfahren (Méc. cel. Vol. I, Buch 2, Cap. 6) angewandt, welches dieser für den Fall, dass nur die Störungen erster Ordnung mitgenommen werden, und zu dem ausdrücklichen Zwecke der Anwendbarkeit von mechanischen Quadraturen angegeben hat. Ich kann mich aber vielleicht besser an die Darstellung derselben Methode halten, wie sie in Encke's Aufsatz „Über die allgemeinen Störungen der Planeten" zum Theil vorkommt, da ich ganz dieselbe Form gebrauche.

δr ist die Störung in r; werden die beobachteten Werthe von x und y benützt, so ist δr von derselben Ordnung wie δz, und es werden also im Folgenden Glieder von der Ordnung $(\delta z)^2$ vernachlässigt, was gewiss ohne Bedeutung ist.

Setzt man dann:

$$R = xX + yY + zZ$$

$$T = X\frac{dx}{dt} + Y\frac{dy}{dt} + Z\frac{dz}{dt},$$

so wird:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{d^2(r\delta r)}{dt^2} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}(r\delta r) &= R + 2\int T\,dt \\
\frac{d^2(\delta x)}{dt^2} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}\delta x &= X + \frac{3k^2(1+m)}{r^3}.x(r\delta r) \\
\frac{d^2(\delta y)}{dt^2} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}\delta y &= Y + \frac{3k^2(1+m)}{r^3}.y(r\delta r) \\
\frac{d^2(\delta z)}{dt^2} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}\delta z &= Z + \frac{3k^2(1+m)}{r^3}.z(r\delta r).
\end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Und eine Differentialgleichung von der Form:

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}\omega = Q, \tag{9}$$

wird von **Laplace** durch die Formel integrirt:

$$\omega\left(x_1\frac{dy_1}{dt} - y_1\frac{dx_1}{dt}\right) = y_1\int x_1 Q\,dt - x_1\int y_1 Q\,dt;\; x_1\frac{dy_1}{dt} - y_1\frac{dx_1}{dt} = r^2\frac{dv}{dt}, \tag{10}$$

wozu noch eine willkürliche Integrationsconstante tritt.

Diese Integration habe ich nun, wie erwähnt, durch mechanische Quadraturen berechnet. Um dies zu ermöglichen, musste von osculirenden Elementen ausgegangen werden. Ich habe die Osculationsepoche auf 1836·2 gelegt. Dann müssen alle im Früheren vorkommenden Integrale so genommen werden, dass sie für diesen Zeitpunkt verschwinden, d. h. die untere Grenze aller Integrale ist 1836·2.

Die Grössen x_1, y_1 haben der Differentialgleichung zu genügen:

$$\frac{d^2x_1}{dt} + \frac{k^2(1+m)}{r^3}x_1 = 0.$$

Wir hatten gesehen, dass sich die Beobachtungen von B ohne allzu bedeutende Fehler durch eine rein elliptische Bewegung darstellen lassen. Nehme ich diese Ellipse als Hilfsmittel zur sicheren Berechnung der nothwendigen Daten, so werden

1. die berechneten Werthe x, y als mit den direct beobachteten identisch betrachtetet werden dürfen;

2. werden, wenn für x_1 und y_1 die rechtwinkeligen Coordinaten von B in dieser Bahn, bei sonst gleichgiltiger Richtung der Axen genommen werden, diese ebenfalls aus denselben Elementen berechnet werden müssen, und dann von selbst der in Form einer Differentialgleichung gestellten Bedingung genügen, wenigstens so genau, als für die vorliegenden Zwecke mehr als ausreichend ist. Ebenso wird T aus diesen Daten zu bestimmen sein, um Alles bis auf Grössen von der angegebenen Ordnung genau zu erhalten.

In T kommen die Differentialquotienten $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$ und $\frac{dz}{dt}$ vor. Man kann diese sowohl direct berechnen, als auch durch die bekannten Interpolationsformeln aus den Werthen der Coordinaten ableiten. Ich habe im Folgenden das erste Verfahren befolgt und zwar mit Hilfe folgender Formeln.

Bezeichnet v die wahre Anomalie und legen wir die x- und y-Axe des zu Grunde gelegten, bis jetzt willkürlichen Coordinatensystems so, dass die x-Axe mit dem nach Norden gehenden Theile des durch A gehenden

Stundenkreises, y mit dem Declinationskreise zusammenfällt, so dass also $x = \rho \cos p$; $y = \rho \sin p$ gesetzt wird, so ist:

$$x = r\,\{\cos(v+\lambda)\cos\Omega - \sin(v+\lambda)\sin\Omega\sin i\}$$
$$y = r\,\{\cos(v+\lambda)\sin\Omega + \sin(v+\lambda)\cos\Omega\cos i\}$$
$$z = r\ \sin(v+\lambda)\sin i$$

Setzt man also:

$$\begin{array}{ll|ll} \cos\Omega & = \mu\sin M & \sin\Omega & = \mu'\sin M' \\ -\sin\Omega\cos i & = \mu\cos M & +\cos\Omega\cos i & = \mu'\cos M', \end{array}$$

so wird:

$$x = r.\mu.\sin(M+v+\lambda)$$
$$y = r.\mu'\cos(M'+v+\lambda)$$
$$z = r\sin(v+\lambda)\sin i.$$

Nach dem Flächensatze ist aber, wenn p den Parameter $= a(1-e^2)$ bezeichnet, wobei eine Verwechslung mit dem Positionswinkel, der mit demselben Buchstaben bezeichnet worden ist, wohl nicht zu fürchten ist:

$$r^2\frac{dv}{dt} = k\sqrt{p(1+m)}$$

und

$$\frac{dr}{dt} = \frac{r^2}{p}.e\sin v.\frac{dv}{dt}.$$

Dadurch erhält man folgende Formeln:

$$\frac{dx}{dt} = \{x.e\sin v + \mu\, p\cos(M+v+\lambda).\}\ \frac{k\sqrt{1+m}}{r\sqrt{p}}$$
$$\frac{dy}{dt} = \{y.e\sin v + \mu' p\cos(M'+v+\lambda)\}\ \frac{k\sqrt{1+m}}{r\sqrt{p}}$$
$$\frac{dz}{dt} = \{z.e\sin v + \ p\sin i\cos(v+\lambda)\}\ \frac{k\sqrt{1+m}}{r\sqrt{p}}$$

Mit diesen Formeln habe ich, wie gesagt, gerechnet, während eine gute Controle durch die nach den bekannten Interpolationsformeln berechneten Differentialquotienten gegeben war.

Zu allen vorbereitenden Rechnungen habe ich die Elemente (II) genommen. Wir haben in §. 2 gesehen, dass diese noch beträchtlicher Verbesserungen fähig sind und in der That schlossen sich die Elemente IV und IV_a den Beobachtungen weit besser an. Indessen wurden die uns jetzt beschäftigenden Untersuchungen wenigstens zum Theile ausgeführt, ehe die zuletzt genannten Elementensysteme abgeleitet waren.

Was die Grössen ξ' und η' betrifft, so wurde angenommen, dass sich C um die Mitte von A und B in einer Weise bewegt, die genügend genau durch die Formeln dargestellt wird:

$$\rho' = 5''550,\ p' = 145°20 - 0°53\,(t-1850{,}0).$$

Diese Formel ist allerdings nicht diejenige, welche aus der späteren Untersuchung als definitive abgeleitet werden wird. Indessen ist die Übereinstimmung mit den beobachteten Werthen von ρ' und p' doch für die vorliegenden Zwecke eine vollständig genügende.

Ich gehe nun zur Mittheilung der betreffenden Zahlenwerthe über. Dabei soll das Bestreben massgebend sein, nur die Resultate zu geben, diese aber in einer Vollständigkeit, dass das Verständniss der ziemlich mühsamen Rechnungen ohne Mühe erlangt werden kann.

§. 5.

Zunächst theile ich die berechneten Werthe der Coordinaten, ihre Differentialquotienten und die Hilfsgrösse Φ mit.

	log x'	log y'	log x	log y	log z	log $\frac{dx}{dt}$	log $\frac{dy}{dt}$	log $\frac{dz}{dt}$	log ξ'	log η'	log Φ
1826·2	9·8077$_n$	9·8737$_n$	9·7609	9·8990	9·0928$_n$	8·8553	8·3938$_n$	8·3715$_n$	0·7109$_n$	0·3214	0·1147$_n$
28·2	9·8908$_n$	9·8309$_n$	9·8513	9·8645	9·2279$_n$	8·7929	8·5472$_n$	8·3325$_n$	0·7075$_n$	0·3406	0·3047$_n$
30·2	9·9511$_n$	9·7704$_n$	9·9166	9·8145	9·3219$_n$	8·7223	8·6402$_n$	8·2834$_n$	0·7040$_n$	0·3589	0·4287$_n$
32·2	9·9950$_n$	9·6882$_n$	9·9644	9·7464	9·3906$_n$	8·6250	8·7021$_n$	8·2227$_n$	0·7003$_n$	0·3762	0·5178$_n$
34·2	0·0260$_n$	9·5749$_n$	9·9992	9·6547	9·4420$_n$	8·5236	8·7446$_n$	8·1476$_n$	0·6964$_n$	0·3928	0·5850$_n$
36·2	0·0477$_n$	9·4086$_n$	0·0232	9·5264	9·4800$_n$	8·3714	8·7732$_n$	8·0517$_n$	0·6923$_n$	0·4086	0·6368$_n$
38·2	0·0601$_n$	9·1201$_n$	0·0383	9·3314	9·5075$_n$	8·1331	8·7914$_n$	7·9232$_n$	0·6880$_n$	0·4237	0·6772$_n$
40·2	0·0644$_n$	7·7042	0·0451	8·9488	9·5258$_n$	7·5537	8·8010$_n$	7·7317$_n$	0·6835$_n$	0·4381	0·7084$_n$
42·2	0·0608$_n$	9·0853	0·0439	8·5827$_n$	9·5357$_n$	7·8110$_n$	8·8025$_n$	7·3640$_n$	0·6789$_n$	0·4520	0·7316$_n$
44·2	0·0491$_n$	9·3912	0·0348	9·2170$_n$	9·5376$_n$	8·2197$_n$	8·7960$_n$	7·0372$_n$	0·6740$_n$	0·4652	0·7478$_n$
46·2	0·0285$_n$	9·5637	0·0171	9·4598$_n$	9·5313$_n$	8·4274$_n$	8·7807$_n$	7·6176	0·6689$_n$	0·4780	0·7574$_n$
48·2	9·9980$_n$	9·6802	9·9896	9·6085$_n$	9·5161$_n$	8·5677$_n$	8·7544$_n$	7·8765	0·6636$_n$	0·4902	0·7600$_n$
50·2	9·9551$_n$	9·7646	9·9503	9·7118$_n$	9·4907$_n$	8·6734$_n$	8·7142$_n$	8·0417	0·6581$_n$	0·5019	0·7555$_n$
52·2	9·8964$_n$	9·8266	9·8961	9·7871$_n$	9·4533$_n$	8·7579$_n$	8·6528$_n$	8·1639	0·6524$_n$	0·5132	0·7429$_n$
54·2	9·8154$_n$	9·8710	9·8214	9·8414$_n$	9·3999$_n$	8·8268$_n$	8·5569$_n$	8·2605	0·6465$_n$	0·5241	0·7207$_n$
56·2	9·6995$_n$	9·8995	9·7150	9·8782$_n$	9·3243$_n$	8·8830$_n$	8·3910$_n$	8·3395	0·6403$_n$	0·5345	0·6860$_n$
58·2	9·5193$_n$	9·9120	9·5530	9·8981$_n$	9·2139$_n$	8·9272$_n$	8·0023$_n$	8·4041	0·6339$_n$	0·5446	0·6344$_n$
60·2	9·1680$_n$	9·9063	9·2581	9·8996$_n$	9·0399$_n$	8·9575$_n$	7·9152	8·4545	0·6272$_n$	0·5543	0·5577$_n$
62·2	8·6383	9·8774	7·5824$_n$	9·8781$_n$	8·6993$_n$	8·9691$_n$	8·4876	8·4880	0·6202$_n$	0·5636	0·4392$_n$
64·2	9·3632	9·8147	9·2739$_n$	9·8242$_n$	8·1010	8·9512$_n$	8·7414	8·4970	0·6131$_n$	0·5726	0·2362$_n$
66·2	9·5996	9·6958	9·5513$_n$	9·7192$_n$	8·8694	8·8802$_n$	8·9314	8·4658	0·6057$_n$	0·5812	9·7494$_n$
67·2	9·6690	9·5994	9·6299$_n$	9·6339$_n$	9·0092	8·8096$_n$	9·0004	8·4257	0·6018$_n$	0·5854	8·6812
68·2	9·7168	9·4577	9·6850$_n$	9·5 02$_n$	9·1041	8·6976$_n$	9·0501	8·3611	0·5979$_n$	0·5896	9·8195
69·2	9·7466	9·2213	9·7205$_n$	9·3143$_n$	9·1696	8·5093$_n$	9·0843	8·2598	0·5939$_n$	0·5936	0·0982
70·2	9·7597	8·6055	9·7389$_n$	8·9119$_n$	9·2128	8·1057$_n$	9·1026	8·0977	0·5899$_n$	0·5976	0·2574
71·2	9·7568	8·9410$_n$	9·7412$_n$	8·6617	9·2375	7·8735	9·1048	7·7988	0·5858$_n$	0·6015	0·3630
72·2	9·7376	9·3261$_n$	9·7271$_n$	9·2355	9·2453	8·4307	9·0914	5·8607	0·5816$_n$	0·6054	0·4360
73·2	9·7013	9·5175$_n$	9·6968$_n$	9·4654	9·2380	8·6474	9·0629	7·7660	0·5773$_n$	0·6091	0·4867
74·2	9·6460	9·6391$_n$	9·6487$_n$	9·6049	9·2160	8·7714	9·0205	8·0443$_n$	0·5729$_n$	0·6129	0·5207
75·2	9·5676	9·7238$_n$	9·5799$_n$	9·7002	9·1791	8·8487	8·9651	8·1895$_n$	0·5685$_n$	0·6165	0·5417
76·2	9·4573	9·7849$_n$	9·4840$_n$	9·7688	9·1260	8·8979	8·8981	8·2784$_n$	0·5639$_n$	0·6200	0·5520
77·2	9·2947	9·8296$_n$	9·3472$_n$	9·8192	9·0540	8·9283	8·8158	8·3357$_n$	0·5593$_n$	0·6235	0·5536
78·2	9·0158	9·8619$_n$	9·1323$_n$	9·8544	8·9567	8·9455	8·7181	8·3729$_n$	0·5546$_n$	0·6270	0·5460

Aus den in dieser Tabelle aufgeführten Zahlen lassen sich nun die sechs Glieder berechnen, aus denen die Störungscomponente R besteht.

R.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	−24·972	− 4·972	+ 2·028	−24·560	− 4·085	+10·018
28·2	−20·709	−10·523	+ 4·389	−25·569	− 4·718	+10·982
30·2	−13·850	−17·090	+ 7·722	−26·063	− 5·319	+11·778
32·2	− 5·028	−24·867	+11·554	−26·135	− 5·875	+12·391
34·2	+ 5·043	−31·733	+15·774	−25·869	− 6·401	+12·859
36·2	+15·749	−38·656	+20·116	−25·294	− 6·859	+13·161
38·2	+26·484	−44·755	+24·335	−24·525	− 7·262	+13·346
40·2	+36·689	−49·640	+28·211	−23·596	− 7·620	+13·411
42·2	+45·796	−53·014	+31·437	−22·560	− 7·935	+13·380
44·2	+53·257	−54·645	+33·787	−21·462	− 8·205	+13·272
46·2	+58·698	−54·413	+35·060	−20·332	− 8·439	+13·099
48·2	+61·590	−52·222	+35·031	−19·175	− 8·628	+12·863
50·2	+61·666	−48·070	+33·590	−17·999	− 8·767	+12·561
52·2	+58·732	−42·339	+30·729	−16·817	− 8·859	+12·205
54·2	+52·583	−35·096	+26·475	−15·608	− 8·883	+11·774

	I	II	III	IV	V	VI
1856·2	+43·400	−26·836	+21·033	−14·326	− 8·801	+11·228
58·2	+31·684	−18·210	+14·826	−12·361	− 8·590	+10·551
60·2	+18·350	−10·068	+ 8·513	−11·472	− 8·200	+ 9·699
62·2	+ 5·023	− 3·443	+ 3·021	− 9·840	− 7·579	+ 8·635
64·2	− 5·899	+ 0·535	− 0·488	− 8·081	− 6·706	+ 7·361
66·2	−11·577	+ 1·006	− 0·951	− 6·348	− 5·670	+ 6·006
67·2	−11·624	− 0·118	+ 0·114	− 5·535	− 5·131	+ 5·329
68·2	− 9·641	− 1·993	+ 1·956	− 4·813	− 4·637	+ 4·726
69·2	− 5·770	− 4·363	+ 4·360	− 4·236	− 4·230	+ 4·233
70·2	− 0·467	− 6·890	+ 7·013	− 3·841	− 3·980	+ 3·927
71·2	+ 5·622	− 9·213	+ 9·552	− 3·653	− 3·927	+ 3·787
72·2	+11·711	−10·990	+11·610	− 3·674	− 4·099	+ 3·880
73·2	+17·042	−12·026	+12·940	− 3·866	− 4·511	+ 4·193
74·2	+21·064	−12·237	+13·420	− 4 287	− 5·152	+ 4·699
75·2	+23·448	−11·680	+13·044	− 4 802	− 5·989	+ 5·362
76·2	+24·094	−10·472	+11·916	− 5·395	− 6·985	+ 6·139
77·2	+23·081	− 8·812	+10·214	− 6·028	− 8·102	+ 6·928
78·2	+20·510	− 6·075	+ 8·088	− 6·602	− 9·215	+ 7·800

Die Werthe von T führe ich nicht extra an, sondern gleich die Grösse Q:

$$Q = R + 2\int T dt,$$

wo also das Integral für 1836·2 verschwindet.

Q.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	−73·63	+32·61	−15·48	−21·66	− 3·55	+ 8·79
28·2	−64·13	+21·10	−10·63	−24·08	− 4·42	+10·33
30·2	−49·07	+ 7·23	− 4·08	−25·51	− 5·20	+11·53
32·2	−29·78	− 8·11	+ 3·48	−26·22	− 5·86	+12·36
34·2	− 7·72	−23·75	+11·71	−25·94	− 6·42	+12·90
36·2	+15·75	−38·66	+20·12	−25·29	− 6·86	+13·16
38·2	+39·30	−51·95	+28·18	−24·25	− 7·18	+13·20
40·2	+61·71	−62·86	+35·38	−23·09	− 7·40	+13·02
42·2	+81·75	−70·72	+41·22	−21·51	− 7·55	+12·68
44·2	+98·31	−75·04	+45·19	−19·62	− 7·60	+12·22
46·2	+110·45	−75·51	+46·91	−17·85	− 7·58	+11·64
48·2	+117·19	−72·02	+46·04	−16·02	− 7·47	+10·96
50·2	+117·87	−64·57	+42·35	−14·14	− 7·29	+10·19
52·2	+112·04	−53·66	+35·79	−12·24	− 7·01	+ 9·32
54·2	+99·44	−39·64	+26·52	−10·25	− 6·60	+ 8·31
56·2	+80·44	−23·44	+14·96	− 8·12	− 6·02	+ 7·11
58·2	+56·08	− 6·36	+ 2·02	− 5·78	− 5·19	+ 5·66
60·2	+28·36	+ 9·85	−11·00	− 3·18	− 4·04	+ 3·88
62·2	+ 0·70	+23·09	−22·18	− 0·26	− 2·45	+ 1·70
64·2	−21·95	+29·96	−29·21	+ 2·90	− 0·45	− 0·82
66·2	−33·69	+31·92	−30·04	+ 5·85	+ 1·83	− 3·49
67·2	−33·84	+29·61	−27·85	+ 7·36	+ 3·01	− 4·84
68·2	−29·81	+25·78	−24·09	+ 8·70	+ 4·08	− 6·04
69·2	−21·94	+20·92	−19·23	+ 9·77	+ 4·98	− 7·03
70·2	−11·12	+15·73	−13·90	+10·49	+ 5·56	− 7·66
71·2	+ 1·30	+10·94	− 8·83	+10·80	+ 5·73	− 7·92
72·2	+13·70	+ 7·22	− 4·73	+10·62	+ 5·46	− 7·73
73·2	+24·56	+ 4·99	− 2·14	+10·19	+ 4·71	− 7·20
74·2	+32·71	+ 4·42	− 1·26	+ 9·30	+ 3·52	− 6·08
75·2	+37·48	+ 5·41	− 2·13	+ 8·18	+ 1·93	− 4·75
76·2	+38·66	+ 7·72	− 4·49	+ 6·88	+ 0·03	− 3·17
77·2	+36·43	+10·98	− 8·03	+ 5·50	− 2·07	− 1·45
78·2	+31·09	+15·40	−12·15	+ 4·16	− 4·24	+ 0·25

Für eine etwaige Controlle der Werthe von R und Q, sowie der folgenden Rechnungen, führe ich noch die Werthe der Producte Xx, Yy, Zz an.

Xx.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	+ 1·33	− 5·66	+ 2·31	− 8·78	− 1·46	+ 3·58
28·2	+ 6·38	− 9·36	+ 3·93	−13·12	− 2·42	+ 5·68
30·2	+12·62	−13·29	+ 6·01	−17·43	− 3·56	+ 7·87
32·2	+19·52	−17·09	+ 8·10	−21·35	− 4·80	+10·12
34·2	+26·55	−20·47	+10·17	−24·62	− 6·08	+12·24
36·2	+33·24	−23·17	+12·06	−26·98	− 7·31	+14·04
38·2	+39·21	−25·06	+13·63	−28·35	− 8·40	+15·43
40·2	+44·14	−26·00	+14·78	−28·66	− 9·26	+16·29
42·2	+47·72	−25·97	+15·40	−27·90	− 9·81	+16·55
44·2	+49·68	−24·98	+15·44	−26·16	−10·00	+16·17
46·2	+49·95	−23·08	+14·87	−23·55	− 9·78	+15·17
48·2	+48·32	−20·42	+13·70	−20·25	− 9·11	+13·58
50·2	+44·84	−17·15	+11·97	−16·47	− 8·02	+11·50
52·2	+39·58	−13·53	+ 9·82	−12·50	− 6·59	+ 9·07
54·2	+32·78	− 9·80	+ 7·40	− 8·63	− 4·91	+ 6·51
56·2	+24·70	− 6·27	+ 4·91	− 5·14	− 3·16	+ 4·03
58·2	+15·95	− 3·25	+ 2·65	− 2·37	− 1·57	+ 1·93
60·2	+ 7·31	− 1·07	+ 0·91	− 0·59	− 0·42	+ 0·50
62·2	− 0·13	+ 0·01	− 0·01	.	.	.
64·2	− 5·07	− 0·12	+ 0·11	− 0·59	− 0·49	+ 0·54
66·2	− 6·32	− 1·29	+ 1·22	− 2·06	− 1·84	+ 1·95
67·2	− 5·36	− 2·09	− 2·01	− 2·91	− 2·70	+ 2·80
68·2	− 3·42	− 2·90	+ 2·84	− 3·68	− 3·54	+ 3·61
69·2	− 0·75	− 3·59	+ 3·59	− 4·25	− 4·25	+ 4·25
70·2	+ 2·31	− 4·06	+ 4·13	− 4·55	− 4·71	+ 4·64
71·2	+ 5·34	− 4·24	+ 4·40	− 4·51	− 4·85	+ 4·67
72·2	+ 7·90	− 4·10	+ 4·33	− 4·14	− 4·62	+ 4·38
73·2	+ 9·67	− 3·69	+ 3·97	− 3·53	− 4·09	+ 3·80
74·2	+10·46	− 3·07	+ 3·37	− 2·78	− 3·34	+ 3·04
75·2	+10·25	− 2·36	+ 2·64	− 1·98	− 2·47	+ 2·21
76·2	+ 9·08	− 1·64	+ 1·87	− 1·25	− 1·61	+ 1·42
77·2	+ 7·13	− 0·99	+ 1·15	− 0·65	− 0·87	+ 0·75
78·2	+ 4·56	− 0·47	+ 0·56	− 0·24	− 0·33	+ 0·28

Yy.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	−25·84	+ 3·17	− 1·29	−16·59	− 2·76	+ 6·77
28·2	−26·21	+ 4·05	− 1·78	−13·98	− 2·57	+ 5·99
30·2	−25·12	+ 4·75	− 2·14	−10·89	− 2·22	+ 4·92
32·2	−22·69	+ 4·91	− 2·33	− 7·82	− 1·76	+ 3·71
34·2	−19·15	+ 4·60	− 2·29	− 5·04	− 1·25	+ 2·50
36·2	−14·68	+ 3·84	− 2·00	− 2·74	− 0·74	+ 1·42
38·2	− 9·54	+ 2·68	− 1·46	− 1·09	− 0·32	+ 0·60
40·2	− 3·98	+ 1·18	− 0·67	− 0·18	− 0·06	+ 0·11
42·2	+ 1·71	− 0·53	+ 0·32	− 0·03	− 0·01	+ 0·02
44·2	+ 7·24	− 2·85	+ 1·45	− 0·61	− 0·23	+ 0·37
46·2	+12·31	− 4·12	+ 2·66	− 1·81	− 0·75	+ 1·17
48·2	+16·59	− 5·70	+ 3·82	− 3·50	− 1·58	+ 2·35
50·2	+19·77	− 6·91	+ 4·82	− 5·49	− 2·68	+ 3·83
52·2	+21·58	− 7·64	+ 5·55	− 7·57	− 3·99	+ 5·49
54·2	+21·75	− 7·75	+ 5·84	− 9·46	− 5·38	+ 7·14

	I	II	III	IV	V	VI
56·2	+20·07	— 7·15	+ 5·61	—10·89	— 6·69	+ 8·54
58·2	+16·56	— 5·86	+ 4·77	—11·59	— 7·68	+ 9·43
60·2	+11·41	— 3·96	+ 3·35	—11·31	— 8·09	+ 9·57
62·2	+ 5·23	— 1·73	+ 1·52	— 9·93	— 7·65	+ 8·71
64·2	— 0·82	+ 0·39	— 0·35	— 7·49	— 6·22	+ 6·83
66·2	— 5·09	+ 1·79	— 1·69	— 4·47	— 3·99	+ 4·23
67·2	— 5·95	+ 2·03	— 1·95	— 2·96	— 2·75	+ 2·85
68·2	— 5·72	+ 1·90	— 1·87	— 1·65	— 1·58	+ 1·61
69·2	— 4·35	+ 1·41	— 1·41	— 0·66	— 0·65	+ 0·66
70·2	— 1·96	+ 0·62	— 0·63	— 0·10	— 0·11	+ 0·10
71·2	+ 1·20	— 0·37	+ 0·38	— 0·03	— 0·03	+ 0·03
72·2	+ 4·76	— 1·40	+ 1·48	— 0·43	— 0·48	+ 0·46
73·2	+ 8·30	— 2·33	+ 2·50	— 1·22	— 1·41	+ 1 31
74·2	+11·43	— 3·05	+ 3·34	— 2·27	— 2·73	+ 2·49
75·2	+13·91	— 3·48	+ 3·89	— 3.45	— 4·30	+ 3·85
76·2	+15·56	— 3·60	+ 4·09	— 4·63	— 5·99	+ 5·27
77·2	+16·35	— 3·41	+ 3·96	— 5·72	— 7·68	+ 6·63
78·2	+16·20	— 2·88	+ 3·49	— 6·58	— 9·18	+ 7·77

Zz.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	— 0·47	— 2·49	+ 1·01	+ 0·81	+ 0·14	— 0·33
28·2	— 0·88	— 5·21	+ 2·24	+ 1·48	— 0·27	— 0·64
30·2	— 1·36	— 8·55	+ 3·86	+ 2·25	+ 0·46	— 1·02
32·2	— 1·86	—12·18	+ 5·78	+ 3·04	+ 0·68	— 1·44
34·2	— 2·36	—15·87	+ 7·89	+ 3·78	+ 0·94	— 1·88
36·2	— 2·81	—19·33	+10·06	+ 4·42	+ 1·20	— 2·30
38·2	— 3·19	—22·38	+12·18	+ 4·92	+ 1·46	— 2·68
40·2	— 3·47	—24·82	+14·11	+ 5·24	+ 1·69	— 2·98
42·2	— 3·63	—26·51	+15·72	+ 5·37	+ 1·89	— 3·19
44·2	— 3·66	—27·32	+16·89	+ 5·30	+ 2·03	— 3·28
46·2	— 3·56	—27·21	+17·53	+ 5·03	+ 2·09	— 3·24
48·2	— 3·32	—26·11	+17·52	+ 4·58	+ 2·06	— 3·07
50·2	— 2·95	—24·07	+16·80	+ 3·97	+ 1·93	— 2·77
52·2	— 2·43	—21·17	+15·36	+ 3·25	+ 1·71	— 2·36
54·2	— 1·94	—17·55	+13·24	+ 2·48	+ 1·41	— 1·87
56·2	— 1·37	—13·42	+10·52	+ 1·70	+ 1·04	— 1·33
58·2	— 0·83	— 9·11	+ 7·41	+ 0·99	+ 0·66	— 0·81
60·2	— 0·37	— 5·03	+ 4·26	+ 0·43	+ 0·31	— 0·37
62·2	— 0·08	— 1·72	+ 1·51	+ 0·09	+ 0·07	— 0·08
64·2	— 0·01	+ 0·27	— 0·24	+ 0·01	.	— 0·01
66·2	— 0·17	+ 0·50	— 0·48	+ 0·18	+ 0·16	— 0·17
67·2	— 0·32	— 0·06	+ 0·06	+ 0·33	+ 0·31	— 0·32
68·2	— 0·50	— 1·00	+ 0·98	+ 0·51	+ 0·49	— 0·50
69·2	— 0·67	— 2·18	+ 2·18	+ 0·67	+ 0·67	— 0·67
70·2	— 0·82	— 3·45	+ 3·51	+ 0·81	+ 0·84	— 0·82
71·2	— 0·92	— 4·61	+ 4·78	+ 0·89	+ 0·95	— 0·92
72·2	— 0·95	— 5·50	+ 5·81	+ 0·90	+ 1·01	— 0·95
73·2	— 0·92	— 6·01	+ 6·47	+ 0·85	+ 0·99	— 0·92
74·2	— 0·83	— 6.12	+ 6·71	+ 0·76	+ 0·91	— 0·83
75·2	— 0·70	— 5.84	+ 6·52	+ 0·63	+ 0·78	— 0·70
76·2	— 0·55	— 5.24	+ 5·96	+ 0·48	+ 0·62	— 0·55
77·2	— 0·40	— 4.41	+ 5·11	+ 0·34	+ 0·45	— 0·39
78·2	— 0·25	— 2.72	+ 4·04	+ 0·21	+ 0·29	— 0·25

Um nun die Störungsbeträge δr in r und daraus δx und δy berechnen zu können, müssen wir vorerst die Anziehungsconstante k bestimmen. Es ist aber, wenn a die Halbaxe und T die Umlaufszeit, bezogen auf denselben Osculationspunkt, bedeuten

$$k\sqrt{1+m} = \frac{2\pi a^{\frac{3}{2}}}{T}.$$

Als Einheit, nach welcher lineare Strecken gemessen werden, soll stets die Bogensecunde genommen werden, während die Zeiträume in Jahren ausgedrückt werden sollen. Als Näherungswerth für k wird der Werth gelten können, den man aus Elementen (II) ableitet. Es findet sich so

$$\log k\sqrt{1+m} = 8{\cdot}9244_n; \quad \log k\frac{\sqrt{1+m}}{\sqrt{p}} = 8{\cdot}9812_n,$$

und zwar muss k negativ genommen werden, weil $r^2\frac{dv}{dt} = k\sqrt{(1+m)p}$ ist und $\frac{dv}{dt}$ stets einen negativen Werth besitzt. Es ergibt sich nun für

$\log r\delta r.$

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	3·0652$_n$	2·8062$_n$	2·4783	3·1165$_n$	2·4525$_n$	2·7684
28·2	2·7122$_n$	2·7574$_n$	2·4462	2·9052$_n$	2·2844$_n$	2·5928
30·2	2·1732$_n$	2·6353$_n$	2·3340	2·6602$_n$	2·0558$_n$	2·3560
32·2	9·8100	2·3845$_n$	2·0579	2·3107$_n$	1·7209$_n$	2·0123
34·2	1·1705	1·8675$_n$	1·5430	1·6843	1·137$_n$	1·4764
36·2	.	.	.	.	.	.
38·2	1·7272	1·9507$_n$	1·6630	1·7007$_n$	0·628$_n$	1·4236
40·2	2·4544	2·5774$_n$	2·3067	2·2921$_n$	1·7527$_n$	2·0227
42·2	2·8977	2·9367$_n$	2·6961	2·6336$_n$	2·0429$_n$	2·3689
44·2	3·2178	3·2307$_n$	2·9755	2·8804$_n$	2·3298$_n$	2·6113
46·2	3·4668	3·4409$_n$	3·1926	3·0489$_n$	2·5449$_n$	2·7957
48·2	3·6773	3·6090$_n$	3·3658	3·1887$_n$	2·6979$_n$	2·9418
50·2	3·8826	3·7555$_n$	3·5086	3·3015$_n$	2·8237$_n$	3·0608
52·2	3·9699	3·8578$_n$	3·6254	3·3928$_n$	2·9280$_n$	3·1584
54·2	4·0837	3·9480$_n$	3·7200	3·4661$_n$	3·0148$_n$	3·2380
56·2	4·1767	4·0185$_n$	3·7944	3·5228$_n$	3·0859$_n$	3·3014
58·2	4·2495	4·0692$_n$	3·8484	3·5634$_n$	3·1412$_n$	3·3491
60·2	4·3012	4·0991$_n$	3·8804	3·5875$_n$	3·1788$_n$	3·3794
62·2	4·3297	4·1043$_n$	3·8865	3·5876$_n$	3·1982$_n$	3·3889
64·2	4·3287	4·0770$_n$	3·8507	3·5596$_n$	3·1904$_n$	3·3707
66·2	4·2868	4·0016$_n$	3·7782	3·4868$_n$	3·1441$_n$	3·3108
67·2	4·2442	3·9360$_n$	3·7081	3·4240$_n$	3·0990$_n$	3·2568
68·2	4·1808	3·8408$_n$	3·6052	3·3332$_n$	3·0326$_n$	3·1785
69·2	4·0877	3·6967$_n$	3·4461	3·1967$_n$	2·9354$_n$	3·0616
70·2	3·9475	3·4504$_n$	3·1581	2·9668$_n$	2·7827$_n$	2·8751
71·2	3·7116	2·7423$_n$	0·2829	2·3730$_n$	2·5118$_n$	2·5044
72·2	3·0945	3·2434	3·1497$_n$	2·6763	1·4062$_n$	2·1606
73·2	3·4309$_n$	3·5980	3·4472$_n$	3·0719	2·4476	2·7795$_n$
74·2	3·8136$_n$	3·7874	3·6124$_n$	3·2684	2·7642	3·0222$_n$
75·2	4·0045$_n$	3·9074	3·7224$_n$	3·3958	2·9389	3·1689$_n$
76·2	4·1269$_n$	3·9924	3·8008$_n$	3·4861	3·0552	3·2706$_n$
77·2	4·2130$_n$	4·0552	3·8590$_n$	3·5532	3·1389	3·3453$_n$
78·2	4·2763$_n$	4·1015	3·9026$_n$	3·6041	3·2008	3·4014$_n$

Die Zahlen (I) in der ersten Columne sind aber nicht ganz richtig. Es wurde nämlich fälschlich mit $k\sqrt{1+mp}$ statt mit $k\sqrt{p(1+m)}$ bei der Integration der Differentialgleichungen multiplicirt. Ich habe indessen den bemerkten Fehler nicht direct corrigirt, sondern schliesslich den Gesammtbetrag der Störungen, welche aus den Gliedern (I) hervorgehen, mit $\frac{1}{\sqrt{p}}$ multiplicirt. Die Zulässigkeit dieses Verfahrens beruht darauf,

dass überall, wo die Störungen einigermassen beträchtlich werden, der Einfluss von δr den der Componenten X, Y, Z sehr beträchtlich überwiegt. Zudem ist $\sqrt{p}$ ($\log \sqrt{p} = 9{\cdot}9432$) nicht so sehr von der Einheit verschieden, dass dadurch eine bedeutende Entstellung der doch ohnehin als Näherungswerthe berechneten Störungen entstehen könnte.

Aus den aufgeführten Zahlen ergeben sich nun die Werthe für

$$\log (\delta x . \sqrt{p(1+m)}).$$

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	1·8794$_n$	1·8746	1·5604$_n$	1·9592	1·3376	1·6450$_n$
28·2	1·7451$_n$	1·6928	1·3822$_n$	1·7685	1·1664	1·4601$_n$
30·2	1·5375$_n$	1·449	1·1433$_n$	1·5208	0·873	1·2180$_n$
32·2	1·2181$_n$	1·024	0·8030$_n$	1·1709	0·584	0·8745$_n$
34·2	0·6422$_n$	0·500	0·207$_n$	0·576	0·055	0·196$_n$
36·2	.	.	.	.	.	.
38·2	1·6921$_n$	0·513	0·246$_n$	0·532	0·022	0·305$_n$
40·2	1·3125$_n$	1·1363	0·8648$_n$	1·1872	0·6423	0·9162$_n$
42·2	1·6854$_n$	1·5053	1·2341$_n$	1·5803	1·0123	1·2802$_n$
44·2	1·9586$_n$	1·7653	1·5174$_n$	1·9020	1·2782	1·5402$_n$
46·2	2·1791$_n$	1·9941	1·7434$_n$	1·9959	1·4877	1·7450$_n$
48·2	2·3669$_n$	2·1815	1·9366$_n$	2·1584	1·6982	1·9132$_n$
50·2	2·5341$_n$	2·3500	2·1090$_n$	2·2964	1·8051	2·0556$_n$
52·2	2·6850$_n$	2·5031	2·2652$_n$	2·4154	1·9416	2·1796$_n$
54·2	2·8254$_n$	2·6433	2·4089$_n$	2·5201	2·0561	2·2882$_n$
56·2	2·9544$_n$	2·7715	2·5403$_n$	2·6124	2·1569	2·3836$_n$
58·2	3·0744$_n$	2·8866	2·6586$_n$	2·6898	2·2442	2·4659$_n$
60·2	3·1768$_n$	2·9858	2·7600$_n$	2·7535	2·3125	2·5330$_n$
62·2	3·2547$_n$	3·0610	2·8386$_n$	2·7974	2·3628	2·5799$_n$
64·2	3·2989$_n$	3·1004	2·8784$_n$	2·8093	2·3843	1·5970$_n$
66·2	3·2708$_n$	3·0690	2·8489$_n$	2·7634	2·3396	2·5601$_n$
67·2	3·1998$_n$	2·9981	2·7836$_n$	2·6995	2·2730	2·4985$_n$
68·2	3·0513$_n$	2·8709	2·6543$_n$	2·5857	2·1492	2·3892$_n$
69·2	2·6772$_n$	2·5805	2·3812$_n$	2·8722	1.8931	2·1703$_n$
70·2	2·5098	1·6480$_n$	1·0187	1·7623	0·239	1·5197$_n$
71·2	3·0992	2·7096$_n$	2·4569	2·1299$_n$	1·9218$_n$	1·9756
72·2	3·3423	2·9863$_n$	2·7402	2·5141$_n$	2·2320$_n$	2·3473
73·2	3·4889	3·1876$_n$	2·8913	2·6952$_n$	2·4038$_n$	2·5344
74·2	3·5839	3·2287$_n$	2·9799	2·8200$_n$	2·5121$_n$	2·6488
75·2	3·6475	3·2833$_n$	3·0309	2·8845$_n$	2·5837$_n$	2·7231
76·2	3·6880	3·3127$_n$	3·0559	2·9292$_n$	2·6285$_n$	2·7712
77·2	3·7122	3·3241$_n$	3·0622	2·9560$_n$	2·6622$_n$	2·8015
78·2	3·7240	3·3225$_n$	3·0540	2·9601$_n$	2·6805$_n$	2·8184

und für die Grösse $\log \delta y k . \sqrt{p(1+m)}$ ergibt sich:

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	2·1666	1·3932$_n$	1·0889	1·7266	1·0873	1·4060$_n$
28·2	1·9823	1·2837$_n$	0·9799	1·4843	0·8584	1·1700$_n$
30·2	1·7421	1·0895$_n$	0·7924	1·1018	0·5725	0·8770$_n$
32·2	1·3975	0·7740$_n$	0·4811	0·7867	0·1939	0·4820$_n$
34·2	0·796	0·1890$_n$	9·776	0·1376	9·530	9·829$_n$
36·2	.	.	.	.	.	.
38·2	0·8090	0·2378$_n$	9·9557	9·470	9·588	9·740$_n$
40·2	1·2472	0 8508$_n$	0·4785	0·5581	0·0234	0·2750$_n$
42·2	1·7631	1·2088$_n$	0·9443	0·8199	0·2203	0·5583$_n$
44·2	2·0581	1·4611$_n$	1·2020	0·9551	0·4437	0·7035$_n$

	I	II	III	IV	V	VI
1846·2	2·1999	1·6663$_n$	1·4201	1·0183	0·4744	0·7114$_n$
48·2	2·3583	1·8447$_n$	1·6056	0·9154	0·2803	0·6010$_n$
50·2	2·4944	2·0119$_n$	1·7780	9·943	9·926$_n$	9·831
52·2	2·6177	2·1811$_n$	1·9826	1·1529$_n$	0·8478$_n$	1·0094
54·2	2·7398	2·3454$_n$	2·1186	1·6096$_n$	1·2440$_n$	1·4214
56·2	2·8655	2·5195$_n$	2·2950	1·9227$_n$	1·5500$_n$	1·7242
58·2	2·9998	2·6989$_n$	2·4760	2·1751$_n$	1·7850$_n$	1·9765
60·2	3·1461	2·8809$_n$	2·6599	2·3933$_n$	1·9927$_n$	2·1956
62·2	3·3012	3·0610$_n$	2·8411	2·5897$_n$	2·1848$_n$	2·3919
64·2	3·4587	3·2326$_n$	3·0127	2·7650$_n$	2·3774$_n$	2·5676
66·2	3·6069	3·3827$_n$	3·1628	2·9146$_n$	2·5319$_n$	2·7193
67·2	3·6721	3·4467$_n$	3·2286	2·9765$_n$	2·5972$_n$	2·7727
68·2	3·7283	3·4997$_n$	3·2809	3·0273$_n$	2·6508$_n$	2·8365
69·2	3·7723	3·5396$_n$	3·3220	3·0651$_n$	2·6941$_n$	2·8763
70·2	3·8020	3·5645$_n$	3·3439	3·0882$_n$	2·7217$_n$	2·9014
71·2	3·8158	3·5735$_n$	3·3518	3·0955$_n$	2·7337$_n$	2·9108
72·2	3·8122	3·5665$_n$	3·3438	3·0869$_n$	2·7294$_n$	2·9043
73·2	3·7929	3·5444$_n$	3·3212	3·0629$_n$	2·7093$_n$	2·8821
74·2	3·7596	3·5090$_n$	3·2852	3·0251$_n$	2·6744$_n$	2·8457
75·2	3·7130	3·4622$_n$	3·2390	2·9750$_n$	2·6263$_n$	2·7963
76·2	3·6542	3·4032$_n$	3·1844	2·9142$_n$	2·5654$_n$	2·7345
77·2	3·5842	3·3446$_n$	3·1216	2·8438$_n$	2·4917$_n$	2·6616
78·2	3·5030	3·2763$_n$	3·0595	2·7645$_n$	2·4045	2·5779

§. 6.

Die Zahlen des letzten Paragraphen geben eine Einsicht in die ziemlich weitläufigen Rechnungen, welche zur Gewinnung der Werthe δx und δy nöthig waren. Um nun den Betrag der Störung in Positionswinkel und Distanz zu erhalten, habe ich mich begnügt, in dieser ersten Näherung die erwähnten Veränderungen einfach durch Differentiation zu erhalten.

Da die Gleichungen

$$x = \rho \cos p$$
$$y = \rho \sin p$$

bestehen, so ergibt sich:

$$\delta p = \frac{(x\delta y - y\delta x).k\sqrt{p(1+m)}}{\rho^2 k.\sqrt{p(1+m)}}; \quad \delta\rho = \frac{(x\delta x + y\delta y).k\sqrt{p(1+m)}}{\rho.k\sqrt{p(1+m)}}$$

Ich multiplicire nun weiter die berechneten Zahlen mit solchen Zahlenfactoren, dass der Einfluss der bis jetzt unbekannten Masse m' besser in die Augen springt. Ich nehme nämlich als Einheit, in der r ausgedrückt wird, eine Strecke von 6 Bogensecunden und bezeichne:

$$\alpha = \frac{m'}{1+m}\left(\frac{6''}{r'}\right)^5.$$

Dann stellt sich die Störung im Positionswinkel in der Form dar:

$$\delta p = \alpha[\mathrm{I} + \mathrm{II}.t + \mathrm{III}\,u + \mathrm{IV}\,t^2 + \mathrm{V}\,u^2 + \mathrm{VI}.2tu]$$

und für die Distanz ist eine ganz analoge Form anzunehmen.

Auf diese Weise ergibt sich δp, wenn man dasselbe gleich in Graden angibt:

δp.

	I	II	III	IV	V	VI
1826·2	−0°09	+0°05	−0°03	+0°03	+0°01	−0°01
28·2	−0·06	+0·03	−0·02	+0·01	.	−0·01
30·2	−0·04	+0·02	−0·01	+0·01	.	.
32·2	−0·01	+0·01	.	.	.	.
34·2	.	.	.	.	.	.

	I	II	III	IV	V	VI
36·2	.	.	.	.	.	.
38·2	.	.	.	.	.	.
40·2	−0·01	.	.	.	.	.
42·2	−0·03	.	.	.	.	.
44·2	−0·06	+0·01	−0·01	−0·01	.	.
46·2	−0·06	+0·02	−0·01	−0·02	−0·01	+0·01
48·2	−0·07	0	0	−0·04	−0·01	+0·02
50·2	−0·06	−0 02	+0·01	−0·07	−0·02	+0·04
52·2	−0·02	−0·05	+0·03	−0·11	−0·03	+0·06
54·2	+0·01	−0·12	+0·07	−0·16	−0·04	+0·09
56·2	+0·22	−0·23	+0·13	−0·22	−0·07	+0·13
58·2	+0·48	−0·40	+0·24	−0·31	−0·11	+0·19
60·2	+0·84	−0·67	+0·40	−0·43	−0·16	+0·26
62·2	+1·48	−1·08	+0·65	−0·59	−0·22	+0·36
64·2	+2·41	−1·71	+1·02	−0·79	−0·30	+0·49
66·2	+3·73	−2·59	+1·56	−1·04	−0·42	+0·66
67·2	+4·53	−3·12	+1·89	−1·19	−0·48	+0·75
68·2	+5·39	−3·68	+2·23	−1·33	−0·55	+0·86
69·2	+6·24	−4·20	+2·55	−1·46	−0·61	+0·94
70·2	+6·95	−4·61	+2·78	−1·55	−0·66	+1·01
71·2	+7·41	−4·82	+2·89	−1·60	−0·70	+1·05
72·2	+7·56	−4·80	+2·86	−1·59	−0·71	+1·05
73·2	+7·42	−4·54	+2·69	−1·53	−0·70	+1.02
74·2	+7·05	−4·15	+2·44	−1·44	−0·67	+0·96
75·2	+6·55	−3·68	+2·13	−1·32	−0·63	+0·90
76·2	+5·99	−3·19	+1·85	−1·21	−0·58	+0·83
77·2	+5·43	−2·74	+1·54	−1·09	−0·54	+0·76
78·2	+4 89	−2·32	+1·27	−0·96	−0 50	+0·69

Diese Zahlen geben also die störende Einwirkung des Sternes C auf den Positionswinkel von B als Function der drei Unbekannten α, t und u, und diese sind jetzt so zu bestimmen, dass den Beobachtungen nach der Methode der kleinsten Quadrate genügt wird.

Das Verfahren, das ein Näherungsverfahren sein muss, welches ich eingeschlagen habe, mag möglicherweise nicht das directeste sein. Es ist aber wohl erklärlich, dass man nach Abschluss so complicirter Rechnungen theilweise andere Gesichtspunkte gewinnt, als man sie während der Arbeit haben kann.

Die Differenzen $B-R$, welche aus der Vergleichung der Elemente II mit den Beobachtungen hervorgehen, habe ich zunächst graphisch dargestellt, und durch eine Curve mit möglichst stetiger Krümmung ausgeglichen. Es hat sich auch hierbei, wie zu erwarten war, gezeigt, dass die erste Struve'sche Beobachtung sich nicht mit den folgenden Messungen vereinigen lässt. Aus der graphischen Darstellung wurden nun folgende Werthe entnommen:

	$B-R$		$B-R$		$B-R$
1828·47	−4°50	1860·26	−0°45	1872·11	+0·75
34·04	−2·25	63·08	−0 05	73·80	+1·55
40·29	+1·80	65·84	+0·55	75·70	+1·60
46·53	+1·10	67·24	0·00	77·96	+1·00
52·10	+3·20	68·93	−0·70		
56·67	+1·30	70·52	−0·65		

(*A*)

Aus diesen Abweichungen wären nun die Correctionen der sechs Bahnelemente II, damit diese für die Zeit 1836·2 osculirend werden, sowie die drei Unbekannten α, t und u, welche sich auf den störenden Körper beziehen, zu berechnen. Theoretisch ist damit das hier vorliegende umgekehrte Störungsproblem vollständig gelöst. Wie es damit aber in praxi steht, ist bereits aus der Zahlenreihe *(A)* zu ersehen. Die Abweichungen sind in der That nicht gross (sie überschreiten kaum die Grenze, welche noch für die Beobachtungsfehler zulässig ist) und es ist desshalb zu vermuthen, dass sich α, t und u nicht mit Sicherheit bestimmen lassen werden.

Zudem sind, wie wir später sehen werden, die Coëfficienten von t und u derart, dass sich diese beiden Unbekannten für jetzt bei ζ Cancri nicht genügend von einander trennen lassen. Man muss desshalb von vorneherein daran verzweifeln, die Elemente von C aus den auf B ausgeübten Störungen berechnen zu können. Die nächsten Jahrzehnte werden voraussichtlich das Problem so weit entwickeln, dass dann auch diese Bestimmung, wenigstens, was den Coëfficienten α betrifft, möglich sein dürfte. Bei dieser Sachlage wäre es das Richtige gewesen, für t und u einfach solche Werthe anzunehmen, welche den sonstigen Wahrnehmungen und Voraussetzungen nicht widersprechen. Es wäre also vollständig erlaubt gewesen, z. B. $t = u = o$ zu setzen; ich habe aber sehr viel Zeit darauf verwendet, nach einem Aufschluss über die wahrscheinlichsten Werthe dieser Unbekannten zu suchen. Die Aufgabe ist desshalb so complicirt, aber auch interessant, weil der allgemeine Ausdruck von δp sowohl in Beziehung auf t als auch auf u quadratisch ist. Die gemachten Versuche führe ich hier nicht an, weil sie zum Theil aus blossem Probiren an den Zahlen (A) hervorgegangen sind; hauptsächlich aber desshalb lasse ich sie unerwähnt, weil die Art und Weise, wie der Ausgangspunkt gewonnen wurde, für das Folgende vollständig gleichgiltig ist.

Ich bin also schliesslich bei der Annahme stehen geblieben:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3\cdot23 \\ t &= +0\cdot6 \\ u &= +1 \\ d\varphi &= +2^\circ20 \\ dn &= +0^\circ1107 \\ dT &= -2\cdot523 \\ d\Omega &= +10^\circ56 \\ d\lambda &= 0 \\ di &= +3^\circ0. \end{aligned}$$

und daraus ergeben sich die folgenden Zahlen, indem die letzten Stellen abgekürzt worden sind:

$$\left.\begin{aligned} &\text{Oscul. } 1836\cdot20 \\ T &= 1868\cdot00 \\ \lambda &= 106\cdot01 \\ \Omega &= 88\cdot13 \\ i &= 20\cdot50 \\ \varphi &= 21\cdot85 \\ n &= 5\cdot8428 \\ \pi &= 194\cdot14 \end{aligned}\right\} \text{(III)}$$

Vernachlässigt man dagegen die Einwirkung von C, d. h. setzt man $\alpha = o$, so erhält man Correctionen der sechs Bahnelemente, welche an (II) angebracht, die bereits angeführten und benützten Elemente (IV) ergeben.

Es hat sich nun ergeben, dass die Elemente (III) nicht als eine wesentliche Verbesserung anzusehen sind, was seinen Grund in der Unsicherheit der Werthe in der Zahlenreihe (A) hat. Überhaupt dürfte das Curvenzeichnen bei den Doppelsternen, im Allgemeinen wenigstens, kein gutes Auskunftsmittel sein; die Differenzen sind meistens zu gross, als dass nicht bei der Construction der Curve grossen Willkürlichkeiten freie Hand gelassen würde.

Wie dem auch immer sei, die Elemente (III) wurden als Ausgangspunkt für das Folgende benutzt. Ich habe nun gleich die oben bereits gerechtfertigte Specialisirung vorgenommen, t und u gleich Null gesetzt.

Ich habe weiter in den Störungsgleichungen $\alpha = 3\cdot2$ gesetzt und die Elemente (III) angewandt. Die solchergestalt berechneten Positionswinkel wurden dann mit den Beobachtungen verglichen und folgende Normalörter gebildet, wobei die Störungen für die letzten Örter durch Extrapolation gewonnen werden mussten. Der Kürze wegen führe ich diese Vergleichung nicht an. Ich bemerke nur, dass die Vergleichung mit den Jahresmitteln 27 positive, 24 negative Fehler ergab, bei denen 15 Zeichenwechsel stattfanden. Die Normalörter waren folgende:

	B—R	g	$\sqrt{g}$		B—R	g	$\sqrt{g}$		B—R	g	$\sqrt{g}$
1826·22	+8°35	2	1·4	1846·75	−0°19	13	3·6	1868·06	+3·44	11	3·3
30·79	−2·44	7	2·6	51·02	+1·76	15	3·9	71·16	+0·33	20	4·5
32·59	−2·02	15	3·9	56·24	+0·78	20	4·5	74·20	−0·93	19	4·4
36·55	−0·95	12	3·5	60·78	−0·49	6	2·4	77·23	−4·69	14	3·7
41·51	+0·19	22	4·7	64·71	+3·39	30	5·5	79·55	−5·65	3	1·7

Ich berechne nun die Störungen im Positionswinkel nach den Zahlen auf p. 183, und zwar unter den zwei Annahmen:

$$1.\quad \alpha = 3\cdot 2 \quad t = u = 0$$

$$2.\quad \alpha = 3\cdot 2 \quad t = +0\cdot 6\,;\; q = +1,$$

also unter den beiden Annahmen, welche überhaupt im Vorigen in Frage kamen.

Es sollen weiter, zur Erlangung etwaiger Verbesserungen von t und u, die Differentialquotienten von t und u mitgenommen werden. Die Form, die ich aus leicht zu übersehenden Gründen für die Störung gewählt habe, ist folgende:

$$\text{im 1. Falle:}\quad \delta p = \alpha\left[(1)+(2)\,dt+(3)\,du\right],$$

$$\text{„ 2. „}\quad \delta p = \alpha\left[(1')+(2')\frac{dt}{t}+(3')\,du\right]\cdot$$

Die mit arabischen Ziffern bezeichneten Coëfficienten haben dann folgende Werthe:

	(1)	(2)	(3)	(1′)	(2′)	(3′)
1826·2	−0°09	+0°03	−0°03	−0°08	+0°04	−0°02
28·2	−0·06	+0·02	−0·02	−0·07	+0·01	−0·03
30·2	−0·04	+0·01	−0·01	−0·04	+0·01	−0·01
32·2	−0·01	+0·01	0	0	+0·01	0
34·2	0	0	0	0	0	0
36·2	0	0	0	0	0	0
38·2	0	0	0	0	0	0
40·2	−0·01	0	0	−0·01	0	0
42·2	−0·03	+0·01	0	−0·02	+0·01	0
44·2	−0·06	+0·01	−0·01	−0·06	+0·02	0
46·2	−0·06	+0·01	−0·01	−0·07	+0·01	−0·02
48·2	−0·07	0	0	−0·07	0	0
50·2	−0·06	−0·01	+0·01	−0·05	0	+0·02
52·2	−0·02	−0·03	+0·03	−0·02	−0·04	+0·04
54·2	+0·01	−0·07	+0·07	+0·03	−0·06	+0·10
56·2	+0·22	−0·14	+0·13	+0·22	−0·14	+0·15
58·2	+0·48	−0·24	+0·24	+0·49	−0·23	+0·25
60·2	+0·84	−0·40	+0·40	+0·84	−0·39	+0·39
62·2	+1·48	−0·65	+0·65	+1·48	−0·64	+0·64
64·2	+2·41	−1·03	+1·02	+2·41	−1·00	+1·01
66·2	+3·73	−1·55	+1·56	+3·74	−1·50	+1·51
67·2	+4·53	−1·87	+1·89	+4·55	−1·81	+1·85
68·2	+5·39	−2·21	+2·23	+5·41	−2·14	+2·16
69·2	+6·24	−2·52	+2·55	+6·26	−2·45	+2·46
70·2	+6·95	−2·77	+2·78	+6·96	−2·68	+2·67
71·2	+7·41	−2·89	+2·89	+7·39	−2·79	+2·75
72·2	+7·56	−2·88	+2·86	+7·51	−2·78	+2·70
73·2	+7·42	−2·72	+2·69	+7·36	−2·60	+2·51
74·2	+7·05	−2·49	+2·44	+6·96	−2·38	+2·25
75·2	+6·55	−2·21	+2·13	+6·44	−2·09	+1·95
76·2	+5·99	−1·91	+1·83	+5·89	−1·79	+1·67
77·2	+5·43	−1·64	+1·54	+5·31	−1·51	+1·37
78·2	+4·89	−1·39	+1·27	+4·75	−1·26	+1·10

Aus diesen Werthen ergibt sich nun auf den ersten Blick die merkwürdige Thatsache, dass sich gegenwärtig keine Entscheidung darüber herbeiführen lässt, ob die Annahme 1) oder 2) der Wahrheit mehr

entspricht, indem bei beiden alle drei in Frage kommenden Coëfficienten sehr nahe gleich sind, wenigstens sind die Differenzen selbst gegen die zu erwartenden Beobachtungsfehler klein. Ferner sieht man, dass auch die Coëfficienten (2) und (3) in beiden Reihen bis auf's Vorzeichen sehr nahe mit einander übereinstimmen. Es folgt daraus, dass sich unter keinen Umständen die beiden Unbekannten t und u von einander trennen lassen. Vielmehr wird man nur in der Lage sein, die Bestimmung der Grösse q herbeizuführen, wo

$$\text{im 1. Falle} \quad q = \alpha\, dt - \alpha\, du,$$

$$\text{„ 2. „} \quad q = \alpha \frac{dt}{t} - \alpha\, du.$$

Da mit einem bestimmten Werth für α gerechnet worden ist, so wird es sich jetzt darum handeln, die Correction $\Delta\alpha = x$, sowie q und die Correctionen der sechs Bahnlemente so zu bestimmen, dass den Normalörtern auf p. 28 nach der Methode der kleinsten Quadrate genügt wird. Ich habe übrigens bei dieser Auflösung der Aufgabe die Verbesserung der Knotenlänge ☊ gleich Null angenommen. Die Neigung i ist klein und demzufolge sind die Coëfficienten von $d\lambda$ und $d☊$ in den Bedingungsgleichungen so wenig verschieden von einander, dass die erwähnte Auslassung kaum einen Einfluss auf die Güte der Darstellung ausüben dürfte. Für die Coëfficienten von x und q habe ich übrigens die Mittel aus dem für beide Annahmen gerechneten Werthe genommen.

Die bereits mit den Quadratwurzeln aus den respectiven Gewichten multiplicirten Bedingungsgleichungen sind nun:

		$d\lambda$	$(100dn)$	$(10d\tau)$	$d\varphi$	di	λ	q
+11·70	=	+1·382 $d\lambda$	−0·344 $(100dn)$	+0·482 $(10d\tau)$	−1·396 $d\varphi$	+0·248 di	− 0·11 λ	+ 0·04 q
− 6·34		+2·652	−0·520	+0·816	−1·524	+0·447	− 0·08	+ 0·08
− 7·88		+4·025	−0·725	+1·197	−1·646	+0·612	0	− 0·04
− 8·33		+3·686	−0·571	+1·064	−0·210	+0·385	0	0
+ 0·89		+5·010	−0·677	+1·490	+1·927	+0·099	− 0·09	0
− 0·68		+3·812	−0·461	+1·274	+3·326	−0·292	− 0·25	+ 0·04
+ 6·86		+4·033	−0·460	+1·595	+5·249	−0·589	− 0·12	− 0·08
+ 3·51		+4·419	−0·482	+2·417	+8·199	−0·756	+ 1·04	− 0·63
− 1·18		+2·258	−0·223	+1·841	+4·934	−0·103	+ 2·47	− 1·10
+18·65		+5·357	−0·341	+6·314	+8·795	+0·781	+15·13	− 6·16
+11·35		+3·475	+0·007	+4·739	−0·132	+0·290	+17·46	− 6·93
+ 1·49		+4·676	+0·293	+5·580	−7·358	−0·574	+33·17	−12·47
− 4·09		+4·286	+0·405	+3·859	−9·200	−0·691	+30·62	−10·16
−17·35		+3·482	+0·366	+2·338	−7·267	−0·207	+19·57	− 5·29
− 9·61		+1·595	+0·173	+0·879	−2·999	+0·046	+ 6·85	− 1·46

und daraus folgen die Normalgleichungen:

$d\lambda$	$100dn$	$10d\tau$	$d\varphi$	di	λ	q	
+214·93 $d\lambda$	−13·65 $100dn$	+147·63 $10d\tau$	+ 20·21 $d\varphi$	− 2·26 di	+ 515·01 λ	− 185·15 q	= + 50·80
− 13·65	+ 2·94	− 3·89	− 19·79	− 1·03	+ 24·76	− 7·33	− 13·69
+147·63	− 3·89	+133·67	− 1·02	− 1·57	+ 539·60	− 197·81	+120·25
+ 20·21	−19·79	− 1·02	+418·88	+ 6·07	− 538·40	+ 163·86	+409·48
− 2·26	− 1·03	− 1·57	+ 6·07	+ 3·36	− 28·03	+ 9·02	+ 10·65
+515·01	+24·76	+539·60	−538·40	−28·03	−3008·80	−1055·81	− 1·61
−185·15	− 7·33	−197·81	+163·86	+ 9·02	−1055·81	+ 376·43	− 65·64

Ich hatte ursprünglich für den letzten Normalort durch eine andere Gewichtsannahme die Abweichung −7·00 (statt −5·65) genommen und gefunden, dass die Quadratsumme der Abweichungen durch die neue Ausgleichung um 934 Einheiten verringert wird. Von diesen fielen

10·0	Einheiten	auf	die	Correction	$d\lambda$
59·4	„	„	„	„	dn
750·1	„	„	„	„	dT
43·9	„	„	„	„	$d\varphi$
67·8	„	„	„	„	di
2·8	„	„	„	„	x
0·3	„	„	„	„	q

Ungefähr bleiben natürlich diese Verhältnisse auch bestehen nach der geringfügigen Correction. Es ist darnach in der That ganz gleichgiltig, welchen Werth man für q annimmt.

Die Auflösung der Normalgleichungen gibt nun $q = +0\cdot79$, und hiermit $\alpha = 3\cdot812$, und für den 1. Fall, wo von den Werthen $t = u = 0$ ausgegangen worden ist, ergibt sich desshalb $3\cdot81\,(dt - du) = 0\cdot79$, $dt - dq = +0\cdot207$.

Im 2. Falle findet sich $6\cdot31\,dt - 3\cdot81\,dq = 0\cdot79$. Es ist demnach die Correction der Differenz $t - u$ in beiden Fällen auch dann voraussichtlich sehr klein, wenn man die strenge Auflösung ganz allgemein durchführt. Im Zusammenhang mit den früheren Bemerkungen leiten wir daraus die Berechtigung ab, $q = 0$ und ebenso $t = 0$ und $u = 0$ setzen zu dürfen. Unter dieser Voraussetzung fällt die letzte der Normalgleichungen fort, und man erhält:

$$\begin{aligned} d\alpha &= +0\cdot297 \\ d\lambda &= -6\cdot406 \\ di &= -5\cdot253 \\ d\varphi &= +0\cdot434 \\ dn &= -0\cdot28043 \\ dT &= +0\cdot5902 \end{aligned}$$

Man erhält daraus den neuen Werth $\alpha = 3\cdot497$, und da in diesem Falle $r' = \rho'$ ist aus dem oben angegebenen Werth für ρ'

$$\frac{m'}{1+m} = 2\cdot368 \text{ mittl. F. } \pm 1\cdot56.$$

Bringt man diese Correctionen an die Elemente III an, so erhält man das Elementensystem VI. Als Elemente V habe ich diejenigen bezeichnet, die aus der allgemeinen Auflösung $dt - du = q = 0\cdot207$ hervorgehen, die ich aber hier nicht anführen will.

$$\left.\begin{aligned} &\text{Oscul. } 1836\cdot2 \\ \frac{m'}{1+m} &= 2\cdot368 \\ T &= 1868590 \\ \lambda &= 99^\circ604 \\ \Omega &= 88\cdot130 \\ i &= 15\cdot247 \\ \varphi &= 22\cdot284 \\ n &= -6\cdot12323 \\ \pi &= 187\cdot734 \end{aligned}\right\}\text{(VI)}$$

Wir haben nun auch einen osculirenden Werth für die Halbaxe a abzuleiten. Es wurden demnach die bis 1878·22 beobachteten Distanzen mit Hilfe der Glieder I (p. 179) in δx und δy nach der Formel

$$\rho\delta\rho = x\delta x + y\delta y$$

auf Distanzen reducirt, welche der für den Zeitpunkt 1836·2 osculirenden Ellipse angehören; aus jeder wurde weiter mit den Elementen VI das zugehörige a abgeleitet, und aus allen Einzelwerthen das Mittel genommen, und zwar ohne Rücksicht auf die Gewichte. Auf diese Weise fand sich:

$$a = 0''851.$$

Die Vergleichung der beobachteten Distanzen mit dem aus diesem Werthe für a berechneten ergab 21 positive, 23 negative Vorzeichen und 19 Zeichenwechsel, also bereits eine genügende Übereinstimmung.

Ich habe nur noch den Betrag der Glieder (I) für die Distanz mitzutheilen. Die Correction ist so zu verstehen, dass man sie zu den beobachteten Distanzen hinzuzufügen hat, um auf die für 1836·2 osculirende Ellipse zu reduciren.

1826·2	+0'003	4848·2	—0'011	1868·2	—0'077
28·2	+ 1	50·2	— 17	69·2	— 65
30·2	.	52·2	— 24	70·2	— 47
32·2	.	54·2	— 32	71·2	— 27
34·2	.	56·2	— 42	72·2	— 4
36·2	.	58·2	— 53	73·2	+ 18
38·2	.	60·2	— 64	74·2	+ 38
40·2	— 1	62·2	— 75	75·2	+ 54
42·2	— 2	64·2	— 84	76·2	+ 66
44·2	— 4	66·2	— 87	77·2	+ 75
46·2	— 7	67·2	— 84	78·2	+ 81

Lässt man die Elemente VI bereits als Näherung gelten, so ist der weitere Weg, welchen die Untersuchung zu nehmen hat, von selbst vorgezeichnet. Wir hatten nämlich gesehen, dass es, infolge der Unbestimmtheit der Bewegungselemente von C, am angemessensten ist, anzunehmen, dass sich C in der Projectionsebene bewegt. Man hat demgemäss unter dieser Annahme und mit dem erhaltenen Massenwerthe die Störungen nach einer strengen Methode zu berechnen. Es ist dies schon aus dem Grunde nöthig, weil so complicirte Rechnungen, wie diejenigen sind, welche zur Erhaltung der Näherungswerthe nöthig waren, nicht alle Vernachlässigungen so übersichtlich erscheinen lassen, dass eine ganz unabhängige Controlrechnung überflüssig wäre.

Als unzweifelhaftes Resultat der vorstehenden Zahlen darf einzig und allein die Thatsache angesehen werden, dass verhältnissmässig sehr grosse Massenwerthe für den Stern C die Beobachtungen nicht schlechter darstellen, als wenn die störende Wirkung ganz vernachlässigt wird.

§. 7.

Zur strengeren Berechnung der Störungen habe ich die Methode der speciellen Störungen in rechtwinkeligen Coordinaten angewandt. Und zwar wurde mit Elementen (VI) eine Ephemeride gerechnet und dann in der allgemein bekannten Weise vorgegangen. Es ist dies aber nicht der Weg, welcher, in dem Falle eines dreifachen Sternes, der richtige ist. Ich hätte vielmehr besser so gerechnet. Die Elemente IV_a stellen die beobachteten Positionswinkel und Distanzen genügend gut dar. Es sollten demnach die nach diesen Elementen berechneten Coordinaten x und y als die gestörten Werthe betrachtet werden, während die nach VI berechnete z-Coordinate von Intervall zu Intervall mit Hilfe der berechneten Störungen zu verbessern wäre. Die Umformung der Encke'schen Methode aus diesem Gesichtspunkte ist so einfach, dass darüber keine weiteren Worte zu verlieren sind. Der von mir eingeschlagene, erwähnte Rechnungsweg wird aber auch keine unrichtigen Werthe geliefert haben, und zwar aus dem Grunde, weil die aus der Rechnung hervorgehenden Coordinatenwerthe ziemlich nahe mit den Beobachtungen übereinstimmen, also der Effect der angewandten und der im Allgemeinen besseren Methode in dem vorliegenden Falle derselbe ist. Das Resultat, das unten angeführt wird, stimmt nun mit dem durch das Näherungsverfahren erhaltenen so gut überein, als man bei den gemachten Vernachlässigungen nur immer erwarten durfte.

Zu bemerken ist noch, dass ich die Elemente (VI) während des ganzen Zeitraumes auf keine andere Osculationsepoche übertragen habe. Es ist dies allerdings eine Unterlassungssünde, die aber in Anbetracht der Unsicherheit von der das Resultat in Folge anderer Gründe ohnehin behaftet ist, wohl keine wesentlichen schädlichen Folgen gehabt hat.

Das Detail der Rechnung selbst bietet nichts Bemerkenswerthes dar, da sich diese auf so allgemein bekannten Pfaden bewegt. Ich werde desshalb nur das Resultat anführen, habe aber vorher zwei allgemeinere Bemerkungen zu machen. Die erste bezieht sich auf die bekannte Encke'sche f-Tafel. Diese wurde in den Rechnungen in einer sehr bedeutend grösseren Ausdehnung erforderlich. Ich theile diese in der Ausdehnung, in welcher sie gebraucht wurde, in dem Anhange mit, indem ich nur die neuen, direct berechneten Werthe anführe; dagegen blieben die für das enge, für Planetenrechnungen ausreichende Intervall, von Encke u. A. berechneten Werthe unerwähnt.

Die zweite Bemerkung bezieht sich auf einen Satz aus der Theorie der mechanischen Berechnung von Doppelintegralen, der bei den erwähnten Rechnungen in Anwendung kam, und von dem ich vermuthe, dass er sonst nicht immer in der richtigen Weise angewandt worden ist. Handelt es sich in der bekannten Gauss-Encke'schen Bezeichnung um die Auswerthung des Doppelintegrales:

$$J = \iint_a^{a+(m+n)w} f(x)\, dx\, dx\,,$$

so ist die Frage zu beantworten, wie J zu berechnen ist, wenn zwischen den Grenzen a und $a+(m+n)w$, etwa bei $a+mw$, ein Wechsel in der Wahl der Grösse von w vorgenommen wird. Es sei z. B. zwischen a und $a+mw$ das Intervall, in welchen die Functionswerthe berechnet werden $= 2$ Einheiten, und von da ab bis $a+(m+n)w$ nur eine Einheit. Das Interal J muss, in der in der Mathematik üblichen Form geschrieben, so dargestellt werden:

$$J = \int_a^{a+(m+n)w} dx\,.\int_a^x f(y)\, dy = \int_a^{a+mw} dx\,.\int_a^x f(y)\, dy + \int_{a+mw}^{a+(m+n)w} dx\,.\int_a^x f(y)\, dy.$$

Das zweite Doppelintegral ist aber:

$$\int_{a+mw}^{a+(m+n)w} dx\,.\left\{\int_{a+mw}^x f(y)\, dy + \int_a^{a+mw} f(y)\, dy\right\}.$$

Gebrauche ich nun die in der Theorie der mechanischen Quadraturen meistens übliche Bezeichnungsweise, setze also:

$$\iint_a^b f(x)\, dx^2 = \int_a^b dx \int_a^x f(y)\, dy\,,$$

so wird:

$$J = \iint_a^{a+mw} f(x)\, dx^2 + \iint_{a+mw}^{a+(m+n)w} f(x)\, dx^2 + \int_{a+mw}^{a+(m+n)w} dx\,.\int_a^{a+mw} f(y)\, dy.$$

Bei verschiedenen Gelegenheiten habe ich diese Formel falsch angegeben gefunden, indem das letzte Glied rechts einfach übergangen wird. Dieses letzte Glied ist aber ein einfaches Integral, indem sich die Integration in Bezug auf x ausführen lässt. Man hat demnach:

$$J = \iint_a^{a+mw} f(x)\, dx^2 + \iint_{a+mw}^{a+(m+n)w} f(x)\, dx^2 + nw\,.\int_a^{a+mw} f(y)\, dy. \qquad \ldots(1)$$

Ich nehme nun an, dass bis zum Argumentenwerth $a+mw$ die Functionswerthe in dem Intervalle w berechnet vorliegen, während von dieser Stelle an bis $a+(m+n)w$ in dem Intervalle w_1 vorwärts gegangen wird, und zwar seien ν in dem letzten Intervalle berechnete Werthe. Dann ist

$$nw = \nu w_1.$$

Man kann dann die Integration J so ausführen, dass man nach den bekannten Regeln das Doppelintegral

$$\iint_{a+mw}^{a+(m+n)w} f(x)\, dx^2$$

berechnet, und die anderen zwei Glieder in der Formel (1) dadurch berücksichtigt, dass man in bekannter Weise die Anfangswerthe der zweiten und ersten summirten Reihe gehörig bestimmt. Man hat dabei nichts Anderes zu thun, als die gewöhnlichen Formeln für die in (1) vorkommenden Integrale einzusetzen; dann

erscheint unter Anderem der Ausdruck, wenn die von Gauss eingeführte Bezeichnung für die Differenz- und Summengrössen beibehalten wird:

$$\nu \cdot \frac{w}{w_1} w^2 \left\{ {}'f(a+mw) - \frac{1}{12} f'(a+mw) + \frac{11}{720} f'''(a+mw) \ldots \right\}.$$

Diesen Ausdruck berücksichtigt man dadurch, dass man zu dem von der bekannten Formel gelieferten Werth der Anfangsconstanten für die erste summirte Reihe die angegebene Grösse addirt, nachdem man das ν fortgelassen hat, indem dadurch jedes Glied der ersten summirten Reihe um diesen Betrag und dadurch das letzte Glied der zweiten summirten Reihe um das ν-fache vergrössert wird,. Auf diese Weise ergibt sich die Vorschrift: Um J zu berechnen, bildet man zuerst die Summationen bis zum Argumente $a+mw$, dann aber setzt man

$$C_2 = w^2 f(a+mw) + \frac{w^2 - w_1^2}{12} \cdot f(a+mw) - \frac{w^2 - w_1^2}{240} f''(a+mw)$$

an die Stelle von $''f(a+mw)$ und

$$C_1 = w^2 \left\{ \frac{w'}{w} {}'f(a+mw) - \frac{w_1^2}{w^2} \cdot \frac{1}{2} \cdot f(a+mw) + \left(\frac{w_1^2}{w^2} - \frac{w_1}{w} \right) \cdot \frac{1}{12} f'(a+mw) - \frac{11}{720} \left(\frac{w_1^2}{w^2} - \frac{w_1}{w} \right) f'''(a+mw) \ldots \right\}$$

an die Stelle von ${}'f\left(a - \left(m - \frac{1}{2}\right) w\right)$ und fährt nun fort, als ob kein Wechsel der Grösse des Intervalles stattgefunden hätte. Ist z. B. das erste Intervall $w = 2$, das zweite $w_1 = 1$, so wird

$$\frac{1}{4} C_2 = {}''f(a+mw) + \frac{1}{16} f(a+mw) - \frac{1}{320} f''(a+mw) - \ldots$$

$$\frac{1}{4} C_1 = \frac{1}{2} {}'f(a+mw) - \frac{1}{8} f(a+mw) - \frac{1}{48} f(a+mw) + \frac{11}{2880} f'''(a+mw) \ldots,$$

resp. an die Stelle von $''f(a+mw)$ und ${}'f\left(a + \left(m - \frac{1}{2}\right) w\right)$ zu setzen sein.

Auf ganz ähnliche Weise lassen sich auch die übrigen gebräuchlichen Formeln zur Berechnung von Doppelintegralen behandeln.

Nach dieser Digression führe ich nun die erhaltenen strengen Störungswerthe an. Es sind die folgenden Correctionen Δx und Δy so zu verstehen, dass dieselben zu den aus den Elementen VI sich ergebenden Coordinatenwerthen hinzugelegt werden müssen, um die gestörten Coordinaten zu geben.

	Δx	Δy		Δx	Δy		Δx	Δy
1826·2	+0·0037	−0·0065	1850·2	+0·0142	−0·0143	1869·2	+0·0004	−0·2500
28·2	+ 27	− 43	52·2	+ 202	− 188	70·2	− 383	− 2607
30·2	+ 17	− 25	54·2	+ 279	− 246	71·2	− 793	− 2606
32·2	+ 8	− 11	56·2	+ 377	− 324	72·2	− 1185	− 2501
34·2	+ 2	− 3	58·2	+ 498	− 437	73·2	− 1528	− 2309
36·2	+ 0	0	60·2	+ 636	− 608	74·2	− 1805	− 2059
38·2	+ 2	− 4	62·2	+ 770	− 869	75·2	− 2009	− 1777
40·2	+ 18	− 13	64·2	+ 841	− 1259	76·2	− 2145	− 1485
42·2	+ 20	− 28	65·2	+ 820	− 1505	77·2	− 2222	− 1198
44·2	+ 38	− 48	66·2	+ 738	− 1776	78·2	− 2250	− 929
46·2	+ 63	− 74	67·2	+ 579	− 2052	79·2	− 2240	− 680
48·2	+ 97	− 105	68·2	+ 332	− 2305	80·2	− 2200	− 456

Aus diesen Veränderungen der Coordinaten lassen sich nun sofort die Störungen in Positionswinkel und Distanz ableiten. Es ist nämlich völlig strenge:

$$\rho \cos p = x \quad \Big| \quad (\rho+\Delta\rho) \cos (p+\Delta p) = x+\Delta x$$
$$\rho \sin p = y \quad \Big| \quad (\rho+\Delta\rho) \sin (p+\Delta p) = y+\Delta y$$

Setzt man demgemäss:

$$\frac{y\,\Delta x - x\,\Delta y}{\rho^2} = \mu A$$

$$\frac{x\,\Delta x + y\,\Delta y}{\rho^2} = \mu B,$$

so wird:

$$\operatorname{tang} \Delta p = -\frac{\mu A}{1+\mu B}.$$

Ändert sich ferner μ um $\delta\mu$, so wird die analoge Veränderung von Δp:

$$\delta(\Delta p) = -\frac{\delta\mu}{A\mu^2}.\sin^2 \Delta p.$$

Bei kleinen Veränderungen der störenden Masse m' wird man die dadurch bedingte Veränderung in den betreffenden Störungswerthen nach dieser Formel berechnen dürfen, indem die Veränderung in den Gliedern zweiter Ordnung in Bezug auf die Masse nur unbedeutenden Einfluss ausüben kann.

Was die Störung in Distanz betrifft, so wurde dieselbe natürlich nach der entsprechenden Formel:

$$\Delta\rho = \frac{x\,\Delta x + y\,\Delta y}{\rho}$$

berechnet.

Ich führe jetzt die Störung im Positionswinkel Δp an. Diese sind also mit dem Massenfactor $\frac{m'}{1+m} = 2{\cdot}368$ berechnet. Es hat sich nun gezeigt, dass der Anschluss an die Beobachtungen besser wird, wenn man diesen Factor auf 2·013 verkleinert, oder wenn man also $\frac{d\mu}{\mu} = -0{\cdot}15$ setzt. Unter (II) sind die Störungen im Positionswinkel, unter dieser zweiten Annahme berechnet, angeführt. Dann führe ich noch in der folgenden Zusammenstellung den Factor $\frac{\sin^2 \Delta p}{A\mu}$ an, sowie die Positionswinkel, wie sie sich nun zufolge der berechneten Störungen (II) und der Elemente (VI) ergeben.

	Δp	$\frac{\sin^2 \Delta p}{Ap}$	II	Pos.		Δp	$\frac{\sin^2 \Delta p}{Ap}$	II	Pos.
1826·2	− 0°40	+ 0·40	− 0°34	51·22	1862·2	+ 6°20	− 5·49	+ 5°38	271·66
28·2	− 0·27	+ 0·27	− 0·23	43·68	64·2	+10·48	− 8·98	+ 9·08	256·02
30·2	− 0·16	+ 0·16	− 0·14	36·65	65·2	+13·23	−11·24	+11·54	247·04
32·2	− 0·07	+ 0·07	− 0·06	30·00	66·2	+16·47	−13·88	+14·39	237·16
34·2	− 0·02	+ 0·02	− 0·02	23·59	67·2	+19·98	−16·84	+17·45	226·28
36·2	0	0	0	17·32	68·2	+23·41	−19·97	+20·41	214·41
38·2	− 0·02	+ 0·02	− 0·02	11·12	69·2	+26·19	−22·94	+22·75	201·56
40·2	− 0·07	+ 0·07	− 0·06	4·91	70·2	+28·18	−25·56	+24·35	188·29
42·2	− 0·14	+ 0·14	− 0·12	358·64	71·2	+28·83	−27·30	+24·73	174·69
44·2	− 0·22	+ 0·22	− 0·19	352·22	72·2	+28·34	−27·99	+24·14	161·37
46·2	− 0·30	+ 0·29	− 0·26	345·60	73·2	+26·97	−27·61	+22·83	148·65
48·2	− 0·34	+ 0·33	− 0·29	338·72	74·2	+25·04	−26·24	+21·10	136·79
50·2	− 0·32	+ 0·31	− 0·27	331·46	75·2	+23·07	−24·67	+19·37	126·05
52·2	− 0·19	+ 0·19	− 0·16	323·74	76·2	+21·12	−22·87	+17·69	116·34
54·2	+ 0·10	− 0·10	+ 0·08	315·39	77·2	+19·27	−21·00	+16·12	107·55
56·2	+ 0·72	− 0·68	+ 0·62	306·34	78·2	+17·52	−19·15	+14·65	99·54
58·2	+ 1·76	− 1·63	+ 1·52	296·27	79·2	+15·99	−17·48	+13·37	92·28
66·2	+ 3·46	− 3·15	+ 2·99	284·85	80·2	+14·68	−15·94	+12·27	85·84

Die unter der Rubrik Pos. angegebenen Zahlen wurden nun mit den Beobachtungen verglichen. Ich führe diese Vergleichung nicht im Detail an, sondern begnüge mich mit der Mittheilung der Fehler, welche in den bereits früher gebrauchten Normalörtern übrig bleiben.

	$B-R$	g	$\sqrt{g}$	$10x\frac{d\mu}{\mu}$	$(B-R)\sqrt{g}$
1826·22	+6°61	2	1·4	− 0·056	+ 9·25
30·79	−2·45	7	2·6	− 0·034	− 6·37
32·59	−1·59	15	3·9	− 0·023	− 6·20
36·55	−0·15	12	3·5	0	− 0·52
41·51	+1·12	22	4·7	− 0·052	+ 5·26
46·75	+0·26	13	3·6	− 0·108	+ 0·93
51·02	+1·61	15	3·9	− 0·101	+ 6·28
56·24	−0·40	20	4·5	+ 0·315	− 1·80
1860·78	−3°01	6	2·4	+ 0·919	− 7·22
64·71	−0·73	30	5·5	+ 5·572	− 4·02
68·06	−1·80	11	3·3	+ 6·445	− 5·94
71·16	−0·08	20	4·5	+12·254	− 0·36
74·20	+3·63	19	4·4	+11·545	+15·97
77·23	+1·80	14	3·7	+ 7·748	+ 6·66
79·55	+1·25	3	1·7	+ 2·880	+ 2·13

Ich habe bei der Formation der Bedingungsgleichungen, die Differentialquotienten nicht von Neuem berechnet, sondern einfach die bereits angegebenen, welche bei der Verbesserung der Elemente gebraucht wurden, auch hier angewandt. Diese Vernachlässigung bedarf wohl kaum einer Entschuldigung. Die unter der Überschrift $10\frac{d\mu}{\mu}$ stehenden Zahlen sind gleich die aus den Quadratwurzeln aus den respectiven Gewichten multiplicirten Coëfficienten der genannten Verbesserung, während daneben die mit denselben Quantitäten multiplicirten übrigbleibenden Fehler stehen. Es sind demnach alle Daten gegeben, welche zur Formirung der Normalgleichungen ausreichend sind. Diese selbst stellen sich so dar, wenn an Ω keine Verbesserung angebracht wird.

$d\lambda$	$100dn$	$10d\tau$	$d\varphi$	di	$x\left(=10\frac{d\mu}{\mu}\right)$		
+214·93	−13·65	+147·63	+ 20·21	− 2·26	+192·75	= + 51·17	
− 13·65	+ 2·94	− 3·89	− 19·79	− 1·03	+ 9·57	+ 11·03	
+147·63	− 3·89	+133·67	− 1·02	− 1·57	+201·29	+ 16·21	(Ξ)
+ 20·21	−19·79	− 1·02	+418·88	+ 6·07	−206·88	−230·72	
− 2·26	− 1·03	− 1·57	+ 6·07	+ 3·36	− 10·55	− 22·87	
+192·75	+ 9·57	+201·29	−206·88	−10·55	+425·33	+168·68	

Wir haben bereits früher, und zwar durch zwei vollständig von einander unabhängige Methoden, gesehen, dass die Vermuthung sehr wahrscheinlich richtig ist, dass die erste Beobachtung von W. Struve einen um eine sehr beträchtliche Grösse zu grossen Positionswinkel angibt, und dass es unter diesen Umständen eigentlich geboten scheint, dieselbe auszuschliessen. Aus diesem Grunde habe ich sie auch immer allein als einen Normalort bestehen lassen. Der Ausschluss dieser Beobachtung kommt desshalb damit überein, bei der Bildung der Normalgleichungen einfach die erste Bedingungsgleichung fortzulassen. Geschieht dies jetzt, so werden die neuen Normalgleichungen:

$d\lambda$	$100dn$	$10d\tau$	$d\varphi$	di	x	$d\Omega$	
−213·02	−13·17	+146·96	+ 22·14	− 2·60	+192·83	+210·21	
− 13·17	+ 2·82	− 3·72	− 20·27	− 0·95	+ 9·55	− 12·63	
+146·96	− 3·72	+133·44	− 0·35	− 1·69	+201·33	+146·23	
+ 22·14	−20·27	− 0·35	+416·93	+ 6·42	−206·96	+ 21·48	(Ξ′)
− 2·60	− 0·95	− 1·69	+ 6·42	+ 3·30	− 10·54	− 2·70	
+192·83	+ 9·55	+201·33	−206·96	−10·54	+425·33	+193·83	
+210·21	+12·63	+146·23	+ 21·48	− 2·70	+193·83	+207·82	

Löst man das Gleichungssystem Ξ auf, so stellt sich, wie nicht anders zu erwarten war, x nur mit grosser Unsicherheit dar. Die letzte Eliminationsgleichung ist nämlich:

$$0·95x = +5·82,$$

und es ist in der That ziemlich gleichgiltig, welche Werthe man für x annimmt. Ich will $x = +1·50$ setzen. Dadurch wird nämlich der Vortheil erreicht, dass man wieder auf die ursprünglich bei den Störungsrechnungen angewandte Masse: $\frac{m'}{1+m} = 2·368$ zurückkommt, und also jetzt wieder die Störungswerthe so genau sind, als es ihre Berechnung gewesen ist. Mit diesem Werthe von x findet sich nun weiter:

$$\begin{aligned} d\lambda &= +2\cdot213 \\ di &= -1\cdot839 \\ dT &= -0\cdot4450 \\ d\varphi &= +0\cdot324 \\ dn &= +0\cdot04759 \end{aligned}$$

und hiermit die neuen Elemente:

$$\left.\begin{aligned} &\text{Oscul. } 1836\cdot2 \\ \frac{m'}{1+m} &= 2\cdot368 \\ T &= 1868\cdot145 \\ \lambda &= 101^\circ817 \\ \Omega &= 88\cdot130 \\ i &= 13\cdot408 \\ \varphi &= 22\cdot608 \\ n &= -6\cdot0756 \end{aligned}\right\}\text{(VII)}$$

Behandelt man aber das System Ξ', welches also auf der Ausschliessung der ersten Struve'schen Beobachtung gegründet ist, so findet man:

$$x = 12\cdot64,$$

oder $\frac{d\mu}{\mu} = +1\cdot264$ mit dem mittl. F. $0\cdot451$.

Es hat sich jetzt also die Sachlage für die Bestimmung der störenden Masse sehr viel günstiger gestaltet, indem durch Ausschluss der genannten Beobachtung, der mittlere Fehler sich sehr viel kleiner herausstellt. Indessen enthält diese Bestimmung noch manche Unsicherheiten, die vor Allem auch daraus entstehen, dass für so grosse Änderungen die Differentiation nicht mehr zur vollständigen Correction der Störungswerthe nach Massgabe der neuen Masse ausreicht. Von Bedeutung scheint mir aber das Resultat, dass die herausgerechnete Massencorrection positiv ist, also eine Vergrösserung der Masse einzutreten hat, wenn man für dieselbe den wahrscheinlichsten Werth ableiten will. Man hätte nun mit einer grösseren Masse, als bisher angenommen worden ist, die Störungsrechnungen von Neuem zu wiederholen. Ich habe dies aber nicht gethan, weil ich glaube, dass die gegenwärtige Untersuchung besser in einigen Jahren weitergeführt werden wird, und ich für jetzt die Arbeit nur so weit führen will, dass sie einen geeigneten Angriffspunkt für weitere Untersuchungen abgeben kann. Ich setzte demgemäss auch in den Gleichungen Ξ' den früheren Massenwerth ein, also $x = +1\cdot50$. Damit findet man:

$$\begin{aligned} d\lambda &= +10^\circ131 \\ di &= +0\cdot283 \\ d\varphi &= +0\cdot723 \\ dn &= +0\cdot15574 \\ d\Omega &= -6\cdot580 \\ dT &= -0\cdot568 \end{aligned}$$

und es ergeben sich die Elemente:

$$\left.\begin{aligned} &\text{Oscul. } 1836\cdot2 \\ \frac{m'}{1+m} &= 2\cdot368 \\ T &= 1868\cdot022 \\ \lambda &= 109^\circ735 \\ \Omega &= 81\cdot550 \\ i &= 15\cdot530 \\ \varphi &= 23\cdot007 \\ n &= -5\cdot9675 \end{aligned}\right\}\text{(VIII)}$$

Ich habe nun mit den Elementen VIII eine Ephemeride gerechnet, die ich, da auf diese sich die folgenden Vergleichungen beziehen, hier mittheile. Die folgenden Positionswinkel sind bereits auf das betreffende scheinbare Äquinoctium reducirt.

	app. p		app. p		app. p		app. p		app. p
1826·2	47°49	1841·2	1°97	1856·2	306°63	1867·7	218°69	1875·2	128°38
27·2	44·09	42·2	358·93	57·2	301·62	68·2	212·76	75·7	123·54
28·2	40·83	43·2	355·84	58·2	296·29	68·7	206·66	76·2	118·92
29·2	37·65	44·2	352·69	59·2	290·61	69·2	200·38	76·7	114·53
30·2	34·54	45·2	349·47	60·2	284·50	69·7	194·12	77·2	110·32
31·2	31·50	46·2	346·18	61·2	277·94	70·2	187·80	77·7	106·30
32·2	28·49	47·2	342·82	62·2	270·83	70·7	181·40	78·2	102·45
33·2	25·52	48·2	339·36	63·2	263·11	71·2	174·99	78·7	98·79
34·2	22·58	49·2	335·78	64·2	254·64	71·7	168·63	79·2	95·31
35·2	19·66	50·2	332·09	64·7	250·08	72·2	162·36	79·7	92·01
36·2	16·74	51·2	328·29	65·2	245·31	72·7	156·22	80·2	88·08
37·2	13·82	52·2	324·34	65·7	240·43	73·2	150·23		
38·2	10·90	53·2	320·20	66·2	235·84	73·7	144·40		
39·2	7·95	54·2	315·88	66·7	229·99	74·2	138·78		
40·2	4·98	55·2	311·37	67·2	224·44	74·7	133·46		

Mit dieser Ephemeride habe ich zunächst die Jahresmittel der ersten Zusammenstellung (p. 162) verglichen. Der Kürze wegen theile ich diese Vergleichung nicht mit. Erwähnen will ich nur, dass 27 positive, 24 negative Abweichungen vorhanden und diese Abweichungen so angeordnet waren, dass 18 Zeichenwechsel erscheinen. Es ist also immerhin ein Fortschritt in der Güte der Darstellung zu bemerken. Was die erste Beobachtung von W. Struve betrifft, so ist hiebei $B-R=+10°\,21$. Es ist demnach diese Beobachtung in der That nicht mit den späteren vereinbar, indem selbst ganz fehlerhafte Elemente und vollständig falsch berechnete Störungswerthe, da diese, sobald der Osculationspunkt auf die Zeit 1836·2 verlegt wird, stets klein sein werden für das Jahr 1826, in der Zeit von $2^1/_2$ Jahren, welche das erste von dem zweiten Jahresmittel trennt, niemals Fehler, welche bis auf 10 Grad steigen, hervorbringen können. Ob nun ein Versehen von 10 Grad bei der genannten Beobachtung vorliegt, dürfte schwer zu entscheiden sein. In jedem Falle wird eine Ausschliessung derselben vollkommen gerechtfertigt erscheinen, da dieses Verfahren von so verschiedenen Seiten Stützen erhalten hat.

Was die Distanzen betrifft, so habe ich mit Hilfe der auf p. 186 angeführten Störungsbeträge in den Coordinaten, die Veränderungen in der Distanz berechnet, und zwar habe ich nach der strengen Formel:

$$\rho^2-\rho_0^2=(x+\Delta)^2+(y+\Delta y)^2-x^2-y^2$$

gerechnet, obwohl es gewiss vollständig ausreichend gewesen wäre, einfach die Differentialformel anzuwenden. Mit Hilfe der solchergestalt gefundenen Veränderungen wurden die Jahresmittel der beobachteten Distanzen (p. 162) auf die für den Zeitpunkt 1836·2 osculirende Ellipse reducirt und daraus mit Hilfe er Elemente VIII die grosse Halbaxe a dieser osculirenden Ellipse bestimmt. Die folgende Zusammenstellung enthält die Resultate dieser Rechnung.

	g	beob. ρ	Störung	osc. ρ	a		g	beob. ρ	Störung	osc. ρ	a
1826·22	2	1"120	+0"003	1"123	0"915	1844·28	2	1"202	−0"005	1"197	0"923
28·80	1	1·015	+ 1	1·016	0·795	45·39	2	1·028	− 6	1·022	0·798
31·27	3	1·020	0	1·020	0·777	46·26	2	1·043	− 7	1·036	0·819
32·17	4	1·171	0	1·171	0·885	47·29	2	1·023	− 10	1·013	0·813
33·21	3	1·123	0	1·123	0·843	48·26	5	1·009	− 13	0·996	0·812
35·31	3	1·121	0	1·121	0·834	49·31	4	0·972	− 17	0·955	0·793
36·76	2	1·209	0	1·209	0·878	50·29	2	1·002	− 20	0·982	0·832
40·23	8	1·000	− 1	0·999	0·747	51·26	4	1·013	− 24	0·989	0·856
41·16	2	1·093	− 1	1·092	0·821	52·26	2	0·987	− 27	0·960	0·851
42·44	4	1·114	− 2	1·112	0·843	53·36	2	1·033	− 31	1·002	0·915
43·22	6	1·122	− 3	1·119	0·854	54·21	1	0·942	− 35	0·907	0·848

z*

	g	beob. ρ	Störung	osc. ρ	a		g	beob. ρ	Störung	osc. ρ	a
1855·18	4	1″010	—0″042	0″968	0″934	1869·35	2	0″525	—0″033	0″492	0″824
56·28	3	0·989	— 49	0·940	0·942	70·27	3	0·548	— 11	0·537	0·873
57·38	2	0·982	— 55	0·927	0·968	71·24	2	0·568	+ 13	0·581	0·905
58·20	1	9·950	— 61	0·889	0·960	72·25	3	0·619	+ 33	0·652	0 956
59·30	1	0·876	— 67	0·809	0·916	73·22	2	0·591	+ 49	0·640	0·883
60·27	1	0·810	— 73	0·737	0·874	74·16	3	0·629	+ 62	0·691	0·901
61·27	2	0·825	— 79	0·746	0·931	75·21	6	0·633	+ 71	0·704	0·862
62·31	1	0·675	— 84	0·591	0·780	76·20	3	0·661	+ 76	0·737	0·854
63·13	2	0·657	— 88	0·669	0·925	77·26	4	0·645	+ 79	0·724	0·795
64·18	1	0·639	— 90	0·549	0·805	78·22	4	0·641	+ 80	0·721	0·757
65·38	3	0·696	— 87	0·609	0·908	79·22	2	0·767	+ 80	0·047	0·852
66·23	2	0·601	— 83	0·518	0·841	80·23	1	0·767	+ 79	0·846	0·818
68·22	1	0·656	— 56	0·600	1·019						

Das Mittel aller einzelnen a ist

$$a = 0''8624 \text{ ohne Rücksicht auf die Gewichte}$$

und

$$a = 0''8532 \text{ mit Berücksichtigung der Gewichtszahlen.}$$

Die letztere Bestimmung wird zur Vergleichung, die im Folgenden ausgeführt wird, benützt.

Ich theile desshalb die Ephemeride der gestörten Distanzen, die also mit den Beobachtungen direct vergleichbar sind, mit.

	ρ		ρ		ρ		ρ		ρ
1826·2	1″044	1837·2	1″148	1848·2	1″061	1859·2	0″824	1870·2	0″535
27·2	1·064	38·2	1·147	49·2	1·046	60·2	0·795	71·2	0·536
28·2	1·081	39·2	1·145	50·2	1·029	61·2	0·765	72·2	0·548
29·2	1·096	40·2	1·141	51·2	1·011	62·2	0·735	73·2	0·568
30·2	1·109	41·2	1·136	52·2	0·991	63·2	0·704	74·2	0·594
31·2	1·120	42·2	1·129	53·2	0·969	64·2	0·672	75·2	0·625
32·2	1·129	43·2	1·121	54·2	0·947	65·2	0·639	76·2	0·660
33·2	1·136	44·2	1·112	55·2	0·924	66·2	0·609	77·2	0·696
34·2	1·142	45·2	1·101	56·2	0·901	67·2	0·582	78·2	0·732
35·2	1·146	46·2	1·088	57·2	0·876	68·2	0·560	79·2	0·767
36·2	1·148	47·2	1·075	58·2	0·851	69·2	0·543	80·2	0 802

§. 8.

Die Beobachtungen von *B.*

Ehe die Untersuchung abgeschlossen werden kann, ist es, wie schon erwähnt, nothwendig, die einzelnen Beobachtungen, aus denen die Jahresmittel auf p. 162 zusammengesetzt sind, näher zu prüfen und zuzusehen, ob sich vielleicht constante Correctionen für die einzelnen Beobachter mit einiger Sicherheit ableiten lassen. Ich werde demgemäss die Messungen der einzelnen Beobachter vornehmen und diese mit dem zuletzt mitgetheilten, aus den Elementen VIII berechneten Positionswinkel und Distanzen vergleichen.

1. W. Struve (W. Σ.).

Die in den M. M. enthaltenen Messungen wurden im Positionswinkel uncorrigirt beibehalten, während ich an die Distanzen die Correction $-0''020$ angebracht habe. Diese Correction ist in Folge der Bemerkungen, welche O. Struve in dem IX. Bande der Pulcowaer Beobachtungen über die Messungen seines Vaters macht, entstanden. In der folgenden Zahlenreihe, ebenso wie bei den Vergleichungen der Messungen der anderen Beobachter, ist unter Correction in Positionswinkel und Distanz immer diejenige Grösse zu verstehen, welche an die Beobachtung angebracht werden muss, um den Ephemeridenort zu geben.

	Abende	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1826·22	3	57°63	1"120	.	−0"076	—	1"144
28·80	2	38·45	1·020	+0°47	+0·070	39°38	1·044
31·28	6	29·80	1·028	+1·46	+0·093	30·73	1·052
32·28	4	27·52	1·130	+0·73	−0·001	28 45	1·154
33·27	3	22·10	1·127	+3·21	+0·009	23·03	1·151
35·31	5	20·22	1·116	−0·88	+0·030	21·15	1·140
36·27	3	15·37	1·177	+1·17	−0·029	16·30	1·201

Es ergibt sich daraus für die Correction im Positionswinkel +0°93 ±0°55; mittl. F. der Gewichtseinheit ±2·62, und die analogen Grössen für die Distanz: +0"024 ±0"019; Gewichtseinheit ±0"097.

2. O. Struve (O. Σ.).

Bekanntlich sind die von O. Σ. a. a. O. mitgetheilten Messungen nicht mit den vom Berechner als definitiv angesehenen Formeln von den bedeutenden Einflüssen der Stellung des Sternpaares gegen den Horizont befreit. Ich habe desshalb sämmtliche Beobachtungen nach den Vorschriften der Einleitung des genannten Werkes von Neuem reducirt und mich durch doppelte Rechnung von Fehlern, die bei der ziemlich complicirten Form der Correctionsformeln leicht möglich sind, zu schützen gesucht. Inzwischen ist die neue Berechnung der Struve'schen Messungen durch den Druck bekannt geworden.[1] Die dort angegebenen Resultate zeigen im Allgemeinen nur geringe Unterschiede von den meinigen. Ich habe indessen meine Reduction benutzt und führe das Resultat dieser hier an. Durch die Güte des Herrn Struve bin ich in die Lage versetzt worden, die grosse Reihe von Beobachtungen, welche in den Pulcowaer Beobachtungen bis zum Jahre 1874 hinaufreichen, um volle 5 Jahre weiter zu führen. Ich theile dieselben im Anhange mit, zugleich mit den berechneten Correctionen, die mir Herr Struve ebenfalls mitzutheilen so freundlich war.

	Abende	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1840·30	7	6°27(−3°03)	0"817(+0"047)	+1°45	+0"276	4°73	.
42·29	4	359·18(−3 90)	1·131(+0·047)	+3·37	−0·050	356·78	.
43·30	3	354·86	1·225	+0·66	−0·105	356·36	1"255
44·28	4	351·04	1·202	+1·37	−0·091	352·54	1·232
45·31	3	348·67	1·028	+0·44	+0·072	350·17	1·058
46·29	8	345·47	1·032	+0·41	+0·055	346·97	1·062
47·33	5	342·40	1·023	−0·03	+0·050	343·90	1·053
48·30	5	338·13	0·972	+0·87	+0·087	339·63	1·002
49·32	4	336·51	0·862	−1·17	+0·182	335·11	0·892
50·29	3	333·14	1·002	−1·39	+0·025	331·74	1·032
51·28	3	327·34	1·080	+0·63	−0·070	325·94	1·110
52·32	2	322·37	0·945	+1·47	+0·043	320·97	0·975
53·30	2	320·11	0·953	−0·39	+0·014	318·71	0·923
55·31	3	311·16	0·878	−0·31	+0·043	309·76	0·848
57·27	3	298·52	0·971	+2·73	−0·097	300·02	0·941
58·28	1	295·77	0·950	+0·07	−0·102	297·27	0·920
59·30	2	286·92	0·876	+3·08	−0·055	288·42	0·846
60·27	2	281·54	0·810	+2·50	−0·017	283·04	0·780
61·27	3	275·20	0·825	+2·24	−0·062	276·70	0·795
62·31	2	266·57	0·675	+3·42	+0·057	268·07	0·645
64·30	2	251·53	0·653	+2·20	+0·016	253·03	0·623
66·27	1	235·88	0·632	−1·29	−0·025	237·38	0·602
68·28	2	212·86	0·656	−1·08	−0·097	214·36	0·626
69·32	2	196·68	0·577	+2·50	−0·035	198·18	0·547
70·28	4	184·60	0·602	+1·98	−0·067	186·10	0·572
71·31	3	168·98	0·577	+4·61	−0·040	170·48	0·547
72·31	3	160·58	0·581	+0·43	−0·021	162·08	0·551

[1] Mesures micrométriques corrigées des étoiles doubles. Pétersbourg 1879.

				Correction		corr. Werthe	
	Abende	p	ρ	p	ρ	p	ρ
73·28	4	150·03	0·591	—0·73	—0·020	151·53	0·561
74·28	3	141·94 [1]	0·627	—4·01	—0·031	140·54	0·597
75·28	3	132·47	0·647	—4·86	—0·019	131·07	0·617
76·29	2	119·45	0·690	—1·32	—0·026	118·05	0·660
77·27	3	107·87	0·750	+1·89	—0·051	109·37	0·720
78·29	3	99·17	0·760	+2·62	—0·005	100·67	0·730
79·29	3	91·83	0·767	+2·79	+0·003	93·33	0·737

In den beiden ersten Jahresmitteln wurden bei der Bildung der Mittel auf p. 162 die angeführten Zahlen benutzt. Daneben habe ich in Klammern diejenigen Correctionen gesetzt, von welchen es O. Σ. a. a. O. zweifelhaft liess, ob dieselben mit Vortheil an seine Beobachtungen vor dem Jahre 1843 anzubringen seien. Jetzt sind dieselben, da sie in der That eine bessere Übereinstimmung zu liefern scheinen, mitgenommen worden; bestimmend war ausserdem die Thatsache, dass der Beobachter selbst diese Correctionen in den M. M. corrigées mitgenommen hat.

Die angeführten Positionswinkel zeigen eine Anomalie, die allerdings nur insoferne auffallend ist, als sie bei den andern Beobachtern, wenigstens nicht in gleichem Masse, auftritt. Es zeigt sich nämlich, dass die Positionswinkel von O. Σ. ganz ausgesprochener Massen eine positive Correction erfordern, mit Ausnahme der innerhalb der Striche stehenden Correctionen, welche mehr nach der andern Seite neigen. Wenn es nun auch leicht erklärlich ist, dass die einzelnen Beobachtungen von den im Mittel folgenden Correctionen bedeutend abweichen, so werden doch so grosse Abweichungen eine eingehendere Überlegung herausfordern. Zuerst werden uns grössere Abweichungen gerade bei O. Σ. weniger überraschen; die sehr grossen von der Neigung des Sternpaares gegen den Horizont abhängigen Fehler bei seinen Beobachtungen sind doch nur mit Hilfe von Formeln corrigirt, die aus gewissen Mittelwerthen abgeleitet worden sind. Es dürfte desshalb nicht auffallen, wenn hier die übrig bleibenden Fehler einen gewissen Gang mit der Zeit befolgen und man wird dann nicht ohne Weiteres berechtigt sein, einen solchen wo anders zu suchen, als in der Unsicherheit der angewandten Formel. Für die erwähnte Anomalie gibt es aber, wie ich glaube, auch einen viel näher liegenden Grund. Es ist leicht zu bemerken, dass der dritte Stern C die Ausmessung der Stellung von B gegen A beeinflussen muss und namentlich dort, wo der Beobachter leichter secundären Einflüssen ausgesetzt ist, wie dies bei O. Σ. der Fall zu sein scheint, wird sich der genannte störende Einfluss bemerkbar machen. Sind die Beobachtungen mit einem Fadenmikrometer angestellt, so ist nicht gut anzunehmen, wie diese Störung eintreten sollte, ausgenommen in dem Falle, wo die drei Sterne näherungsweise in einer geraden Linie stehen. Dann wird aber offenbar, in der Hauptsache wenigstens, nur die Messung des Positionswinkels alterirt werden, indem die Richtung des Fadens, welche den Positionswinkel bestimmt, durch die Nähe des dritten Sternes falsch beurtheilt werden kann. Nun fallen in der That die grössten, oben erwähnten Abweichungen auf die Zeitpunkte, wo die genannte Stellung der drei Sterne stattfindet. Willkürlich bleibt allerdings noch, wie weit man die Ausweichung des Sternes C aus der die Sterne A und B verbindenden Geraden anzunehmen hat, um keinen Einfluss mehr befürchten zu müssen. Ich habe, und dies scheint genügend zu sein, angenommen, dass sich die Correction, welche die Positionswinkel erfordern, ändert, wenn der Stern C einen um etwa 10 Grade anderen Positionswinkel zeigt als B. Darnach habe ich die Abtheilungen gemacht. Wer übrigens die gegebene Erklärung der jedenfalls durch die Beobachtungen angezeigten Anomalie für nicht plausibel hält, wird jedenfalls die Berechtigung zu einer Theilung der Beobachtungen in zwei Theile, von denen der eine diejenigen Messungen vereinigt, bei welchen der Stern C um weniger als ± 10 Grade von der die Sterne A und B verbindenden Graden entfernt ist, der zweite Theil alle anderen Messungen enthält, gewiss nicht in Abrede stellen können. Es kommt ja nur darauf an, im Grossen und Ganzen die nöthigen constanten Correctionen abzuleiten. Wichtig ist dabei nur die Vorsicht, möglichst wenige Unterabtheilungen zu bilden, weil man sich sonst bei der Beurtheilung

[1] Diese, sowie die beiden folgenden beobachteten Positionswinkel sind mit unrichtigen Correctionen versehen in die folgenden definitiven Jahresmittel eingegangen, was übrigens für die Resultate völlig belanglos ist.

der Übereinstimmung der solchergestalt corrigirten Beobachtungen mit der Rechnung leicht in einem logischen Kreise bewegen könnte.

Ich finde nun, wenn mit I der allgemeine Fall, mit II derjenige, wo die specielle gegenseitige Lage der drei Sterne eintritt, bezeichnet wird; für den Fall:

I. Correction	+1°50 ± 0·28;	mittl. F. der Gewichtseinheit	± 2·57
II. „	—1·40 ± 0·89	„ „ „ „	± 4·43.

Was die Distanzen betrifft, so schien auch hier eine Theilung des Beobachtungsmateriales in Unterabtheilungen nothwendig. Um aber keine neuen Willkürlichkeiten einzuführen, habe ich die drei Perioden angenommen, in welche O. Σ. aus triftigen Gründen seine Beobachtungen getheilt hat, nämlich:

I. Periode	bis 1843·0
II. „	1843·0 bis 1853·0
III. „	von 1853·0 an.

Es ergab sich nun:

I. Periode. Die beiden Jahresmittel sind zur Ableitung einer Correction nicht ausreichend. Ich habe diese beiden Beobachtungen uncorrigirt gelassen.

II. Periode. Corr.	+0″030 ± 0″029;	mittl. F. der Gewichtseinheit	± 0″170
III. Periode. Corr.	—0·030 ± 0·008	„ „ „ „	± 0·062.

Es wäre vielleicht, gerade bei O. Σ., vortheilhaft gewesen, die Ableitung der nöthigen Correctionen so vorzunehmen, dass nach der Grösse der beobachteten Distanz die Unterabtheilungen gemacht worden wären. Indessen schien mir dieses Verfahren gefährlich, weil es zu Täuschungen über die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung gar zu leicht Veranlassung geben kann.

3. Dawes (D.).

Nach O. Σ. sind bei Dawes drei Perioden zu unterscheiden. Die erste geht bis zum Jahre 1840, die zweite bis 1848, die dritte fängt bei 1848 an. Ich habe nun an die Positionswinkel

der ersten Periode die Correction	0
„ zweiten „ „ „	+1°80
„ dritten „ „ „	0

angebracht. Für die Distanzen habe ich für die von O. Σ. gegebene Formel, zum Zwecke der leichteren Interpolation, eine neue Curve gezeichnet, und aus dieser die Correction entnommen:

Distanz	Periode I u. II	Periode III
1″0	—0″106	—0″041
1·1	—0·095	—0·029
1·2	—0·081	—0·016

Die auf solche Weise reducirten Messungen sind zu Grunde gelegt worden.

				Correction		corr. Werthe	
	g	p	ρ	p	ρ	p	ρ
1831·30	1	30°78	0″999	+0°32	+0″122	30°87	1″034
32·12	10	27·00	.	+1·73	.	27·09	.
33·21	9, 8	26·23	1·119	—0·74	+0·017	26·32	1·154
36·97	9	16·77	.	—2·28	.	16·86	.
37·23	1, 0	12·40	.	+1·33	.	12·49	.
38·30	1	11·25	.	—0·65	.	11·34	.
40·20	8, 7	6·16	1·105	—1·13	+0·036	5·62	1·140
41·16	5, 4	2·67	1·093	—0·58	+ 0·043	2·13	1·128
42·22	6, 6	358·06	1·099	+0·81	+0·030	357·52	1·134
43·18	8	356·85	1·027	—0·95	+0·094	356·31	1·062

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
48·13	1	338°50	1"014	+1°10	+0"048	339°15	1"049
48·24	6	338·12	1·027	+1·10	+0·033	338·77	1·062
49·24	5	334·21	1·082	+1·24	—0·038	334·86	1·117
51·25	7, 6	327·90	0·971	+0·20	+0·039	328·55	1·006
52·23	3	324·44	1·022	—0·24	—0·032	325·09	1·057
54·20	3	315·31	0·934	+0·57	+0·013	315·96	0·969

Die in vorstehender Tabelle angewandten Correctionen sind nämlich: Für den Positionswinkel:

I. Periode. Corr. +0°09 ±0°67; mittl. F. der Gewichtseinheit ±4·30
II. „ „ —0·54 ±0·44 „ „ „ „ ±2·24
III. „ „ +0·65 ±0·24 „ „ „ „ ±1·18.

Für die Distanzen schien mir, schon in Rücksicht auf die Spärlichkeit des Beobachtungsmateriales in den beiden ersten Perioden, eine Aufrechterhaltung der Abtheilungen nicht geboten. Ich habe also alle Distanzen zusammengenommen und erhalten:

Corr. +0"035 ±0"012; mittl. F. der Gewichtseinheit ±0"093.

Ich bemerke übrigens, dass ich fälschlicherweise bei den Distanzen dieselben Gewichte, wie bei den Positionswinkeln genommen habe; ein Fehler, den zu corrigiren ich nicht für nöthig halte.

4. Secchi (S.).

Als provisorische Correctionen für die Messungen dieses Beobachters habe ich angenommen:

Im Positionswinkel —1°30, in Distanz +0"080.

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1855·19	3	311°14	1"147	+0°28	—0"223	312°07	1"093
56·25	2	305·30	0·850	+1·08	+0·050	306·23	0·796
65·23	2	244·00	0·721	+1·16	—0·083	244·93	0·667
66·29	2	233·32	0·480	+1·54	+0·126	234·25	0·426

Corr. im Positionswinkel +0°93 ±0°08; mittl. F. der Gewichtseinheit ±0°84
„ in Distanz —0"054 ±0"080 „ „ „ „ ±0"240.

5. Dembowski (Δ.).

Provisorische Correction im Positionswinkel:

Für die Zeit von 1852—58 +1°20
„ „ „ „ 1862 an +0·74.

und in Distanz: für $\rho = 0"76$ . . . Corr. —0"102
„ „ 1·0 . . . „ —0·050.

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1855·10	7	310°58	.	+1°14	.	312°48	.
56·32	10	303·71	.	+2·72	.	305·56	.
58·18	7	295·07	.	+1·33	.	296·92	.
63·13	15, 3	263·85	0"635	—0·20	+0"071	263·16	0"724
64·15	10, 4	255·76	[0·5]	—0·70	+0·174	255·07	0·589
65·21	12, 5	246·50	[0·5]	—1·24	+0·139	245·81	0·589
66·19	9, 5	239·17	[0·5]	—3·73	+0·109	238·48	0·589
67.22	7	225·15	.	—0·94	.	224·46	.
68·20	7	212·23	.	+0·53	.	211·54	.
70·25	9	186·24	.	+0·92	.	185·55	.
71·19	6	176·02	.	—0·90	.	175·33	.

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
72·23	7	163°58	.	—1°59	.	162°89	.
73·19	10	150·97	[0"5]	—0·62	+0"068	150·28	0"589
74·09	5, 2	142·33	0·638	—2·31	—0·047	141·64	0·727
75·14	8, 5	130·80	0·640	—1·81	—0·017	130·11	0·729
76·14	5, 4	120·10	0·621	—0·63	+0·037	119·41	0·710
77·17	7, 4	109·43	0·580	+1·16	+0·115	108·74	0·669
78·18	6	101·07	0·563	+1·53	+0·168	100·38	0·652

Als Correctionen ergaben sich im Positionswinkel:

Für die erste Periode $+1°85 \pm 0·52$; mittl. F. der Gewichtseinheit $\pm 2·55$
„ „ zweite „ $-0·69 \pm 0·34$ „ „ „ „ $\pm 3·83$
und in Distanz: Corr. $+0"089 \pm 0"021$; mittl. F. der Gewichtseinheit $\pm 0"146$.

Die Trennung in die beiden Perioden scheint demnach vollständig gerechtfertigt. Der grössere m. F. der Gewichtseinheit im Positionswinkel für die zweite Abtheilung findet seine Erklärung darin, dass die letzteren Beobachtungen alle bei so kleinen Distanzen gemacht worden sind. Die Übereinstimmung der Distanzen konnte möglicherweise zu einer besseren gemacht werden, wenn man eine Abhängigkeit derselben von ihrer Grösse in Betracht ziehen würde, und namentlich die nur geschätzten Distanzen, welche eingeklammert sind, von den gemessenen trennen würde.

Das letzte Jahresmittel zu bilden, war mir in Folge einer gütigen brieflichen Mittheilung von Seite Dembowski's möglich. Seitdem ist dieser ausgezeichnete, um die Astronomie der Doppelsterne so hochverdiente Beobachter aus dem Leben geschieden. Die Beobachtungen, welche mir Dembowski zusandte, sind folgende:

1877·835	8ʰ 0ᵐ	500	0"69	103°5
1878·140	5 55	„	0·62	101·4
·216	8 23	„	0·70	99·7
·260	7 50	„	*0·71	99·6
·298	8 47	„	*0·59	99·0
·320	9 35	„	*0·67	98·8

Die Bedeutung der einzelnen Zahlen ist aus den früheren Publicationen Dembowski's bekannt. In den folgenden Jahren konnte Dembowski in Folge persönlicher Verhältnisse keine Beobachtungen anstellen. Indessen ist ein sehr reiches Beobachtungsmaterial noch unpublicirt. Im Interesse der Wissenschaft wäre es im höchsten Grade wünschenswerth, dass dieses der Öffentlichkeit übergeben werde; in gleicher Weise wäre zu wünschen, dass eine Zusammenstellung sämmtlicher Doppelsternmessungen Dembowski's von kundiger Hand veranstaltet werden möchte; die Zugänglichkeit dieser ausgezeichneten und reichhaltigen Beobachtungsreihe wäre gewiss ein bedeutend grösserer Vortheil für die Astronomie, als ihr durch sehr viele Beobachtungsreihen, auf deren Publication alljährlich viel Zeit und Geld verwendet wird, gebracht wird.

6. Dunér (Du.).

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Positionswinkel durch Messungsfehler entstellt sind, welche von der Lage des Sternpaares gegen den Horizont abhängen. Es wird demnach durch eine constante Correction nur eine mässige Verbesserung der Positionswinkel zu erwarten sein. O. Σ. gibt für verschiedene Distanzen verschiedene Correctionen an, die an die Dunér'schen Positionswinkel anzubringen sind; nämlich:

Für ρ 0"76 . . . —2°74
1·58 . . . —2·10
3·16 . . . —0·88
6·32 . . . —1·56.

Ich nehme einfach das Mittel aus allen diesen Zahlen: — 1°82 für den Werth der anzubringenden provisorischen Correction. Die Distanzen lasse ich ungeändert.

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1869·37	4	201°83	0″482	—3°58	+0″059	200°21	0″496
70·30	3, 4	186·45	0·427	+0·07	+0·108	184·83	0·441
71·29	3	176·38	0·553	—2·53	—0·016	174·76	0·567
72·33	2	161·48	0·690	—0·72	—0·139	159·86	0·704
74·29	2	140·98	0·615	—3·16	—0·018	139·36	0·629
75·33	5	127·64	0·588	—1·00	+0·042	126·02	0·602
76·34	1	116·18	0·82	+1·51	—0·155	114·56	0·834
78·27	1	104·68	0·70	—2·75	+0·034	103·06	0·714

Die corrigirten Werthe sind berechnet mit der Correction:

Im Positionswinkel . . —1°62 ±0·56, mittl. F. der Gewichtseinheit ±2°64
in Distanz . . . . . +0″014 ±0·028, „ „ „ „ ±0″130.

Die beiden zuletzt mitgetheilten Beobachtungen, welche in dem bekannten Werke des Beobachters nicht mehr vorkommen, verdanke ich einer gütigen brieflichen Mittheilung dieses Herrn.

7. Mädler. (M.)

Ich habe diejenigen Beobachtungen, welche in den Dorpater Beobachtungen vorkommen, benutzt und aus ihnen Jahresmittel nach dem einzig rationellen Principe gebildet, dass jeder Abend das Gewicht 1 bekam, ganz gleichgiltig, ob derselbe aus einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Positionen zusammengesetzt war. Dadurch sind die folgenden Zahlen um Kleinigkeiten verschieden von den von Mädler selbst angegebenen Mitteln. Eine provisorische Correction enthalten die Angaben für p und ρ nicht; es war eine solche nicht nöthig, weil ich diese Beobachtungen bei der Bildung der Jahresmittel auf p. 162 nicht mit hinzugezogen habe, und zwar aus Gründen, die ich an einem andern Orte[1] bereits auseinandergesetzt habe.

	g	p	ρ	Correction p	Correction ρ	corr. Werthe p	corr. Werthe ρ
1841·31	6, 4	0°99	1″050	+0°65	+0″085	359·00	1″101
42·21	6	358·65	1·070	+0·25	+0·059	356·66	1·121
43·19	4, 6	356·91	1·065	—1·04	+0·056	354·92	1·116
44·39	10	354·40	1·022	—2·32	+0·088	352·41	1·073
47·29	2	343·01	1·026	—0·50	+0·048	341·02	1·077
48·29	7, 6	340·16	1·033	—1·12	+0·027	338·17	1·084
50·72	1	330·05	1·032	+0·06	—0·012	328·06	1·083
51·22	9	329·03	1·005	—0·82	+0·006	327·04	1·056
52·25	6	325·81	1·064	—1·68	—0·074	323·82	0·919
53·26	8, 7	323·63	1·063	—3·69	—0·095	321·64	0·918
54·28	10, 9	318·67	1·077	—3·15	—0·131	316·68	0·932
55·27	4	310·64	1·060	+0·44	—0·137	308·65	0·915
56·29	2	307·50	0·998	—1·32	—0·098	305·51	0·853
57·30	3, 2	304·53	0·964	—3·44	—0·091	302·54	0·819
58·21	3	297·58	1·090	—1·35	—0·239	295·59	0 945
59·26	8	294·94	0·977	—4·70	—0·155	292·95	0·832
60·29	5, 4	285·97	1·017	—2·06	—0·225	283·98	0·872
61·25	2	282·20	0·968	—4·62	—0·205	280·21	0·823
62·31	4	274·43	0·967	—4·45	—0·235	272·44	0·822

Im Mittel ist die Correction:

in Positionswinkel —1°99 ± 0°39; m. F. der Gewichtseinheit ± 3°86.

---

[1] Astron. Nachrichten, Nr. 2288.

Bei der Ableitung der Correction für die Distanzen schien es nothwendig, das Beobachtungsmaterial in zwei Partieen zu theilen. Nicht ganz willkürlich wenigstens ist es, wenn man die Distanzen, welche grösser als eine Bogensecunde sind, zusammenfasst und auf der andern Seite diejenigen, welche kleiner sind als die genannte Grösse. Thut man dies, so ergibt sich

Für die 1. Abtheilung (bis zum Jahre 1851) die Correction $+0\rlap{.}''051 \pm 0\rlap{.}''012$; mittl. F. d. Gew. $\pm 0\rlap{.}''083$
„ „ 2. „ (vom Jahre 1852 an) „ „ $-0\cdot 145 \pm 0\cdot 017$; „ „ „ „ $\pm 0\cdot 128$.

Dieses sind die sieben Beobachter, welche ein solch' zahlreiches Beobachtungsmaterial für die Bewegung von ζ Cancri geliefert haben, dass sich die erforderlichen constanten Fehler, wenigstens nicht ganz ohne jede Sicherheit, ableiten liessen. Ausser diesen Beobachtungen liegen nun noch zahlreiche vereinzelte Bestimmungen vor. Bei diesen lassen sich selbstverständlich gar keine Daten mit Sicherheit erlangen, welche eine Verbesserung der Beobachtungsresultate liefern können. Ich habe demgemäss bei keinem Beobachter irgend welche Correction angebracht, ausser bei:

Bessel im Positionswinkel 0°, in Distanz $-0\rlap{.}''120$

und Engelmann „ „ $-1\rlap{.}^{\circ}72$, „ „ nach Massgabe der Werthe $\begin{cases} \rho = 0\rlap{.}''6; & \text{Corr. } -0\rlap{.}''034 \\ \rho = 0\cdot 8; & \text{„ } -0\cdot 047. \end{cases}$

Während die erste Correction nach O. Σ.'s Untersuchungen angenommen wurde, habe ich die Verbesserung für Engelmann, aus den von dem Beobachter[1] angegebenen Vergleichungen mit Δ. und S. berechnet, dabei aber bei den Distanzen Δ. das doppelte Gewicht gegeben, während bei den Positionswinkeln S. ganz ausgeschlossen wurde.

Kaiser hat bekanntlich seine Doppelsternbeobachtungen sowohl mit dem Faden- als auch Doppelbildmikrometer angestellt. Ich finde nun mit Hilfe der von Engelmann a. a. O. gegebenen Vergleichungen, dass man nicht nöthig hat, an die Kaiser'schen Beobachtungen eine Correction anzubringen. Ich habe weiter zu bemerken, dass ich die Distanzen von J. Herschel (*h*) und South gar nicht benutzt habe, ein Verfahren, das aus der bekannten Beobachtungsart beider Astronomen und das in Mens. Micr. genügend besprochen wird, sich von selbst rechtfertigt.

Ausser allen diesen Messungen, die von der Mitte der zwanziger Jahre datiren, ist noch ein einziges Abendmittel von W. Herschel, aus dem Jahre 1781, für den Positionswinkel da. Es ist dies zugleich der Entdeckungstag, an welchem zuerst die beiden Sterne *A* und *B* getrennt worden sind. W. Herschel hat noch einmal, nämlich im Jahre 1802 das System ζ Cancri beobachtet, aber die beiden Sterne nicht getrennt gesehen. Das wird wohl genügender Grund sein, auf die erste Herschel'sche Wahrnehmung kein weiteres Gewicht zu legen. Ich habe desshalb auch die genannte Messung, welche ergibt:

$$1781\cdot 91 \quad p = 3\rlap{.}^{\circ}47,$$

bei den vorliegenden Untersuchungen gar nicht berücksichtigt. Überhaupt halte ich es nicht für rationell, die Messungen von W. Herschel, bei difficileren Untersuchungen anderswo, als wo es absolut nothwendig, zu benützen und auch dann noch mit grosser Vorsicht. Es ist bekannt, dass sich bei ihm sehr oft Verwechslungen in der Angabe des Quadranten, in welchem der Positionswinkel liegt, vorfinden, von den sehr grossen Beobachtungsfehlern, bei so schwierigen Objecten, wie es viele von den engen Doppelsternen sind, ganz zu geschweigen.

Die im Vorigen als Grundlage benutzten Messungen wurden alle mit Ausnahme von den Mädler'schen zu Jahresmitteln vereinigt, und so die Tabelle auf p. 162 gewonnen. Es wurden dabei die folgenden, allerdings ziemlich willkürlichen Gewichtsannahmen festgesetzt:

---

[1] Astron. Nachrichten, Bd. LXVIII.

Einem Abend bei W. Σ., O. Σ., Δ. wurde das Gewicht 5 gegeben; D., S., Bessel und Δ. in der ersten Periode (wegen geringerer optischer Hilfsmittel) erhielt das Gewicht 4; Du., Engelmann, Kaiser, Auwers 3; Winnecke 2; alle übrigen Beobachter 1.

Nachdem wir aber nun die Messungen derjenigen sieben Beobachter, welche in Folge der überwiegenden Quantität des von ihnen herrührenden Materiales so gut wie allein die Bewegung von ζ Cancri bestimmen, näher betrachtet haben, sind wir in die Lage versetzt, mit ein wenig mehr Sicherheit die relativen Gewichtszahlen zu bestimmen. Es werden diese nämlich ohne Frage dann direct proportional sein den Quadraten der berechneten mittl. Fehler der Gewichtseinheiten, wenn deren Bestimmung keinen Zweifeln unterliegen. In Wirklichkeit wird man aber gut thun, die ausgerechneten Gewichte nach andern Gesichtspunkten auszugleichen, so dass dann allerdings immer wieder eine grosse Willkür übrig bleibt, die nun aber bei dergleichen Rechnungen niemals zu vermeiden sind.

Setzt man nun das Gewicht eines Abendmittels von W. Σ. gleich 5, so ergeben die berechneten mittl. Fehler für die Positionswinkel folgende Gewichtszahlen:

W. Σ.		5	5
O. Σ.	1	5·7	5
	2	1·8	2
D.	1	1·9	2
	2	6·9	5
	3	14·1	5
Δ.	1	5·3	4
	2	2·4	
S.		23·5	5
Du.		5·0	5
Mädler		2·3	2

Bessel, Engelmann, Kaiser = 2
Alle Übrigen . . . . . . = 1.

Diese Zahlen habe ich durch die daneben stehenden ersetzt, deren Berechtigung allerdings zweifelhaft ist. Doch dürfte die aus der Rechnung hervorgegangene Gewichtszahl bei Secchi kein grosses Zutrauen verdienen, wegen der geringen Anzahl (4) von Messungen, welche bei der Ableitung benutzt worden sind, und ganz dasselbe lässt sich bei Dembowski bemerken.

Was die Distanzen betrifft, so ergeben die früheren Rechnungen:

W. Σ.		5	5
O. Σ.	2	1·7	2
	3	12	10
D.		5·5	5
Δ.		2·2	2
Du.		2·8	3
S.		0·8	1
Mädler	1.	7	3
	2.	2·9	

Hier ist zu bemerken, dass ich Mädler's erste Periode desshalb mit kleinerem Gewichte angesetzt habe, weil schliesslich die Theilung in die beiden Perioden nicht ganz von Willkürlichkeit frei ist. O. Σ.'s erste Beobachtungen erscheinen ohne Gewichtsbestimmung; ich ertheile ihnen das Gewicht 1, während alle anderen Beobachter dasselbe Gewicht, wie bei den Positionswinkeln erhalten. Eine vollständige Zusammenstellung aller Beobachtungen ist wohl kaum nöthig. Ich unterlasse sie desshalb aus Rücksicht auf Raumersparniss, begnüge mich vielmehr damit, die vereinzelten Beobachtungen, die keinem der sieben oben näher betrachteten Beobachter angehören, mitzutheilen.

Die Zusammenstellung bedarf nur der einzigen Erklärung, dass neben dem Positionswinkel und der Distanz zuerst die Anzahl der Abende, daneben sogleich die Gewichtszahl steht.

		p			ρ		
h	1830·39	35°35	5	5	.	.	.
h	31·14	31·57	5	5	.	.	.
h	32·12	32·12	8	8	.	.	.
Bessel	32·19	31·33	6	12	1"205	6	12
h	33·14	26·40	9	9	.	.	.
Kaiser	40·15	6·13	7	14	1·246	7	14
Kaiser	42·89	359·90	9	18	.	.	.
Kaiser	43·12	.	.	.	1·270	5	10
Hind	45·95	348·95	2	2	.	.	.
Jacob	46·04	346·50	2	2	1·200	1	1
Hind	47·08	341·95	3	3	.	.	.
Fletcher	51·18	333·50	3	3	.	.	.
„	52·16	329·02	2	2	.	.	.
„	53·30	321·06	2	2	.	.	.
Jacob	53·20	322·04	3	3	1·220	3	3
„	53·95	317·24	2	2	1·150	2	2
Wrottesley . .	54·29	320·17	1	1	1·034	1	1
Winnecke . .	55·31	.	.	.	1·038	6	6
Wrottesley . .	56·24	309·42	2	2	1·119	2	2
Jacob	56·21	306·34	4	4	1·210	3	3
Winnecke . .	56·23	308·64	14	14	1·001	8	8
Jacob	57·90	299·72	3	3	1·140	1	1

		p			ρ		
Verschiedene[1] .	60·27	283°05	7	7	.	.	.
Knott	63·13	268·12	1	1	0·695	1	1
Romberg	63·25	267·28	1	1	0·955	1	1
Engelmann . . .	65·88	238·65	8	16	0·699	6	12
Knott	65·36	241·71	3	3	0·638	1	1
Observ.Bacrley .	66·38	231·52	1	1	0·724	1	1
Knott	66·40	232·30	5	5	0·758	5	5
Gledhill	70·56	181·05	2	2	.	.	.
Scharnhorst. . .	71·30	169·40	1	1	.	.	.
Gledhill	71·27	175·10	2	2	.	.	.
„	72·05	166·75	2	2	.	.	.
Wilson	72·21	167·80	3	3	0·705	2	2
Knott	72·12	166·73	2	2	0·600	2	2
Gledhill	74·07	141·43	3	3	.	.	.
Wilson	74·17	141·33	3	3	0·670	1	1
Seabrocke . . .	75·29	133·35	2	2	0·775	2	2
Jedrzejewicz . .	78·26	100·84	7	7	0·700	7	7
Gledhill	80·15	93·50	} [2]		0·760	}	.
Doberk	80·24	88·70	}	6	0·770	} .	6
Burnham	80·30	86·20	}		0·770	}	.
Jedrzejewicz . .	80·22	89·80	6	6	0·890	6	6

Diese Zusammenstellung macht durchaus nicht den Anspruch, eine vollständige Synopsis der Beobachtungen des Sternes *B* zu sein. In der Hauptsache sind doch die Bewegungsverhältnisse von ζ Cancri durch die Messungen der sieben erwähnten Beobachter zu bestimmen und die übrigen vereinzelten Beobachtungen werden dann nur dazu dienen, das eine oder andere Jahresmittel zu verstärken. Es wäre demgemäss nicht in der Absicht, welche diese vorliegende Arbeit verfolgt, gelegen, auf die Sammlung der vereinzelten Beobachtungen viel Mühe zu verwenden.

Der Kürze wegen habe ich hier, sowie auch in dem Früheren, unterlassen, die Quellen, aus denen die einzelnen Messungen entnommen worden sind, zu erwähnen, da diese ja hinlänglich bekannt sind. Ich habe nur zu erwähnen, dass ich überall die Mittel von Neuem gebildet habe.

Alle die angeführten Beobachtungen desselben Jahres wurden nun in Mittel mit Rücksicht auf die Gewichte zusammengezogen. Diese neuen Jahresmittel theile ich im Folgenden mit, zugleich mit den Resultaten der mit ihnen angestellten Vergleichungen.

§. 9.

	g		beob. p	B—R	IV_b
1826·22	15	.	57°63	+10°21	+10°20
28·80	10	1	39·38	+ 0·46	+ 0·62
30·39	5	1	35·35	+ 1·39	+. 1·65
31·27	41	4	30·85	— 0·44	— 0·12
32 19	60	6	28·51	— 0·01	+ 0·35
33·22	42	4	25·16	— 0·30	+ 0·10
35·31	25	3	21·15	+ 1·81	+ 2·26
36·65	33	3	16·61	+ 1·18	+ 1·64
37·23	20	2	12·49	— 1·24	— 0·76
38·30	2	0	11·34	+ 0·74	+ 1·20
40·23	89	9	5·36	+ 0·47	+ 0·90
41·21	37	4	1·11	— 0·83	— 0·44
42·39	80	8	357·74	— 0·60	— 0·24

	g		beob. ρ	B—R
1826·22	15	2	1"144	+0"091
28·80	10	1	1·044	—0·055
31·28	35	4	1·049	—0·082
32·25	32	3	1·173	+0·034
33·24	30	3	1·153	+0·006
35·31	30	3	1·140	—0·017
36·27	15	2	1·201	+0·042
40·20	56	6	1·132	—0·020
41·23	38	4	1·115	—0·030
42·22	52	5	1·133	—0·006
43·18	74	7	1·111	—0·020
44·37	38	4	1·106	—0·014
45·31	6	1	1·058	—0·051

[1] Angeführt von O. Σ. in dem IX. Bande der Pulcow. Beobachtungen.

[2] Ich habe diesen Beobachtungen, von denen mir nicht bekannt ist, aus wie vielen Abenden sie zusammengesetzt sind, zusammen das willkürliche Gewicht 6 gegeben.

	g		beob. p	B—R	IV_b
1843·21	63	6	356°15	+ 0°34	+ 0°67
44·33	40	4	352·47	+ 0·20	+ 0·47
45·39	17	2	350·03	+ 1·18	+ 1·38
46·26	17	2	346·92	+ 0·94	+ 1·09
47·30	32	3	343·36	+ 0·89	+ 0·98
48·27	74	7	338·97	— 0·14	— 0·12
49·30	33	3	334·93	— 0·48	— 0·52
50·40	8	1	330·82	— 0·51	— 0·61
51·24	62	6	328·10	— 0·04	— 0·16
52·23	33	3	324·37	+ 0·15	— 0·02
53·31	27	3	320·83	+ 1·16	+ 0·93
54·25	36	4	316·48	+ 0·83	+ 0·55
55·17	57	6	311·52	+ 0·01	— 0·27
56·29	74	7	306·38	+ 0·20	— 0·08
57·36	24	2	300·61	— 0·16	— 0·43
58·20	39	4	296·76	+ 0·47	+ 0·22
59·28	26	3	291·17	+ 1·05	+ 0·82
60·28	27	3	283·39	— 0·59	— 0·79
61·27	19	2	277·44	0	— 0·17
62·31	18	2	270·01	+ 0·03	— 0·15
63·13	62	6	263·31	— 0·34	— 0·24
64·18	50	5	254·66	— 0·15	— 0·42
65·36	77	8	244·05	+ 0·30	— 0·17
66·24	57	6	236·98	+ 2·08	+ 1·58
67·22	28	3	224·46	+ 0·25	— 0·34
68·22	38	4	212·28	— 0·24	— 0·89
69·35	30	3	199·53	+ 1·03	+ 0·34
70·28	73	7	185·42	— 1·36	— 1·83
71·25	57	6	173·97	— 0·38	— 0·71
72·25	60	6	162·68	+ 0·93	+ 0·74
73·22	60	6	150·70	+ 0·70	+ 0·56
74·17	42	4	140·33	+ 1·21	+ 1·01
75·23	65	7	128·28	+ 0·09	0
76·20	29	3	118·20	— 0·72	— 0·89
77·21	43	4	108·96	— 1·30	— 1·50
78·23	51	5	100·82	— 1·41	— 1·78
79·29	15	2	93·33	— 1·39	— 1·88
80·22	12	1	89·64	+ 0·88	+ 0·39

	g		beob. ρ	B—R
1846·25	7	1	1″082	—0″015
47·31	16	2	1·062	—0·021
48·26	63	6	1·058	—0·011
49·30	33	3	1·062	+0·009
50·43	9	1	1·049	+0·016
51·24	63	6	1·037	+0·018
52·25	39	4	0·981	—0·017
53·30	46	5	0·950	—0·025
54·25	43	4	0·946	—0·008
55·29	51	5	0·900	—0·031
56·25	21	2	0·980	+0·071
57·29	37	4	0·927	+0·045
58·25	19	2	0·932	+0·075
59·28	44	4	0·838	+0·010
60·28	32	3	0·814	+0·016
61·27	36	4	0·800	+0·032
62·31	32	3	0·711	—0·025
63·14	11	1	0·742	+0·032
64·24	32	3	0·610	—0·065
65·48	30	3	0·640	+0·004
66·26	33	3	0·613	0
68·28	20	2	0·626	+0·063
69·34	32	3	0·528	—0·021
70·23	52	5	0·542	+0·001
71·31	39	4	0·556	+0·014
72·30	40	4	0·584	+0·028
73·24	70	7	0·573	—0·002
74·25	43	4	0·621	+0·019
75·26	62	6	0·646	+0·012
76·24	35	4	0·692	+0·024
77·24	42	4	0·705	+0·001
78·25	58	6	0·701	—0·040
79·29	30	3	0·737	—0·042
80·22	12	1	0·829	+0·018

Die Fehler in den Positionswinkeln unter der Rubrik *B—R* sind das Resultat der Vergleichungen der nach Elementen VIII berechneten Ephemeride. Die Übereinstimmung ist eine bereits ziemlich genügende. Mit Ausschluss der ersten Beobachtung ergibt die Abzählung, dass, wenn der Fehler 0 als negativ angenommen wird, die 28 positiven und 22 negativen Abweichungen so angeordnet sind, dass 20 Zeichenwechsel und 29 Zeichenfolgen entstehen. Die Abweichung von einer vollständig zufälligen Vertheilung der Vorzeichen ist demnach nur noch gering. Allerdings herrschen im Allgemeinen die positiven Fehler vor; und es wäre demnach geboten, die Ausgleichung noch einmal nach den corrigirten Jahresmitteln vorzunehmen. Die geringe erforderliche Rechnung habe ich aber nicht mehr ausgeführt. Vielmehr bleibe ich bei den gefundenen Resultaten stehen, indem diese voraussichtlich erst dann wirklich der Wahrheit gemäss modificirt oder bestätigt werden können, nachdem die nächsten Jahre die störenden Einflüsse des Sternes *C* auf die Bewegung von *B* um *A* mehr entwickelt haben werden.

Bildet man die Quadrate der übrig gebliebenen Fehler, so findet man den mittl. Fehler einer Beobachtung, die eben so genau ist wie das Mittel aus zwei Abenden von Struve $\pm 1°62$, also der mittl. Fehler eines Abendes $\pm 2°29$, ein Betrag, gegen dessen Grösse man kaum etwas einzuwenden haben dürfte.

Die Distanzen habe ich noch einmal mit Hilfe der zuletzt angenommenen Störungswerthe auf die Osculationsepoche 1836·2 reducirt und von Neuem einen Werth für a abgeleitet. Es ergab sich mit Rücksicht auf die abgerundeten Gewichtszahlen:

$$\text{oscul. } a = 0''8608$$

und mit diesem Werthe wurden nun die gemessenen Distanzen in der letzten Zusammenstellung verglichen. Das Resultat der Vergleichung steht unter der Rubrik $B-R$. Was nun die Grösse der übrig bleibenden Fehler betrifft, so ist dieselbe sehr befriedigend, ja vielleicht auffallend klein. Es ergibt sich die mittlere Abweichung für eine mit dem Mittel aus zwei Struve'schen Abenden gleich genauen Distanzmessung zu $\pm 0''059$, und im Ganzen sind vorhanden:

25 positive und 22 negative Fehler, wenn der Fehler 0 als positiv und
24 „ „ 23 „ „ „ „ „ 0 „ negativ betrachtet wird.

Im ersteren Falle wird man 18, im zweiten Falle 20 Zeichenwechsel abzählen. Diese Vertheilungsweise gibt auch zu keinen Befürchtungen Anlass, nur dürfte vielleicht die Anhäufung der negativen Fehler in der Zeit 1840—1848 auffallen. Indessen ist zu bemerken, was selbstverständlich auch von den Positionswinkeln gilt, dass eine Abänderung der acht angenommenen Gewichtszahlen und noch mehr der in einzelnen Fällen noch ganz problematisch gebliebenen constanten Correctionen, die eben nicht ganz die persönlichen Fehler beseitigen können, die gerügten Unvollkommenheiten vollständig fortbringen können.

Obwohl nun also, wie bemerkt, gegen die hier gewonnenen Resultate, dass nämlich eine grosse Masse für den Stern C, den Beobachtungen über die Bewegung des Sternes mehr entspricht, als ein kleinerer Massenwerth, und dass ausserdem (was für die Darstellung der Beobachtungen sich nicht als unwichtig herausgestellt hat) die Beobachtung von 1826 eine grosse negative Correction fordert, gewiss nichts einzuwenden ist, habe ich doch noch eine kleine Nachtragsrechnung für die Positionswinkel vorgenommen, indem ich die Elemente IV_a, welche die Beobachtungen durch eine rein elliptische Bewegung darzustellen suchen, so verbesserte, dass das oft genannte Jahresmittel ausgeschlossen und die früheren uncorrigirten Messungsmittel der Ausgleichung zu Grunde gelegt wurden. Das Verfahren, dass nicht die neuen Jahresmittel benutzt worden sind, rechtfertigt sich dadurch, dass doch die angewandten Correctionen auf der Annahme beruhen, die Elemente VIII seien eine beträchtliche Annäherung an die Wahrheit, was nicht zugegeben wird, wenn man den Versuch macht, die Beobachtungen durch eine feste Ellipse darzustellen. In seinen Folgen ist freilich diese Annahme nicht so gefährlich, wie aus leicht zu übersehenden Gründen zu schliessen ist.

Die neu anzustrebende Ausgleichung, welche sehr einfach auszuführen ist, weil bei der Bildung der Normalgleichungen die früheren in §. 2 mitgetheilten Rechnungen zum grösseren Theile benutzt werden können, gestaltet sich folgendermassen:

$d\Omega$	di	$d\lambda$	$(10dT)$	$(100dn)$	$d\varphi$	
+1·960	+0·344	+1·919	+0·692	−0·535	−2·146	= +16·464
+0·344	+0·060	+0·337	+0·122	−0·094	−0·377	+ 2·898
+1·919	+0·337	+1·880	+0·677	−0·524	−2·102	+16·123
+0·692	+0·122	+0·677	+0·244	−0·189	−0·757	+ 5·809
−0·535	−0·094	−0·524	−0·189	+0·146	+0·586	− 4·492
−2·146	−0·377	−2·102	−0·757	+0·586	+2·350	−18·028

Die Auflösung dieser Gleichungen stellt sich so:

$$\begin{aligned} d\Omega &= -20\cdot840 \\ d\lambda &= +19\cdot395 \\ di &= -4\cdot950 \\ d\varphi &= +0\cdot434 \\ dn &= -0\cdot0301 \\ dT &= +0\cdot1307 \end{aligned}$$

und damit ergeben sich die neuen Elemente:

$$\left.\begin{aligned} T &= 1870\cdot0817 \\ \lambda &= 125^\circ405 \\ \Omega &= 63\cdot260 \\ \varphi &= 20\cdot774 \\ i &= 15\cdot643 \\ n &= -5\cdot6939 \end{aligned}\right\} \mathrm{IV}_b$$

Da möglicherweise auch diese Elemente bei ferneren Untersuchungen von Nutzen sein können, theile ich die aus ihnen folgenden Positionswinkel hier in Form einer Ephemeride mit. Diese gibt gleich die scheinbaren Positionswinkel, indem der Wahrheit gemäss angenommen wird, dass sich die Elemente IV_b auf das Äquinoctium von 1850·0 beziehen.

	p			p			p			p	
1826·2	47°50		1845·2	349°26		1863·7	259°20		1873·2	150°37	
27·2	44·05	3·45	46·2	346·03	3·23	64·2	254·91	4·29	73·7	144·57	5·80
28·2	40·71	3·34	47·2	342·72	3·31	64·7	250·44	4·47	74·2	138·99	5·58
29·2	37·46	3·25	48·2	339·32	3·40	65·2	245·78	4·66	74·7	133·66	5·33
30·2	34·29	3·17	49·2	335·81	3·51	65·7	240·91	4·87	75·2	128·57	5·09
31·2	31·18	3·11	50·2	332·18	3·63	66·2	235·82	5·09	75·7	123·71	4·86
32·2	28·13	3·05	51·2	328·42	3·76	66·7	230·53	5·29	76·2	119·09	4·62
33·2	25·12	3·01	52·2	324·51	3·91	67·2	225·03	5·50	76·7	114·70	4·39
34·2	22·15	2·97	53·2	320·42	4·09	67·7	219·32	5·71	77·2	110·54	4·16
35·2	19·21	2·94	54·2	316·15	4·27	68·2	213·41	5·91	77·7	106·58	3·96
36·2	16·28	2·93	55·2	311·66	4·49	68·7	207·33	6·08	78·2	102·81	3·77
37·2	13·36	2·92	56·2	306·91	4·75	69·2	201·10	6·23	78·7	99·22	3·59
38·2	10·43	2·93	57·2	301·88	5·03	69·7	194·74	6·36	79·2	95·80	3·42
39·2	7·50	2·93	58·2	296·54	5·34	70·2	188·29	6·45	79·7	92·53	3·27
40·2	4·55	2·95	59·2	290·84	5·70	70·7	181·80	6·49	80·2	89·41	3·12
41·2	1·57	2·98	60·2	284·71	6·13	71·2	175·32	6·48	80·7	86·42	2·99
42·2	358·56	3·01	61·2	278·11	6·60	71·7	168·90	6·42	81·2	83·56	2·86
43·2	355·51	3·05	62·2	271·01	7·10	72·2	162·56	6·34			
44·2	352·41	3·10	63·2	263·31	7·70	72·7	156·37	6·19			
45·2	349·26	3·15	63·7	259·20	4·11	73·2	150·87	6·00			

Mit Hilfe dieser Ephemeride wurden nun auch die corrigirten Positionswinkel auf p. 205 verglichen. Das Resultat der Vergleichung ist unter der Rubrik IV_b aufgeführt. Diese Fehlerreihe zeigt, wenn die Null als positiver Fehler betrachtet wird, 24 positive, 26 negative Abweichungen und 18 Zeichenwechsel. Ferner ergibt sich die mittl. Abweichung für eine Positionswinkelbestimmung, welche die Genauigkeit eines Abendmittels von Struve hat: $\pm 2^\circ71$; es ist also der mittl. Fehler eines Positionswinkels, gefolgert aus zwei solchen Abenden $= \pm 1\cdot91$. Diese Zahlen sind nicht unmerklich grösser als diejenigen, welche sich unter Berücksichtigung der von C ausgeübten störenden Wirkung ergaben, während die Anzahl der Zeichenwechsel nicht so günstig ist, wie früher. Es scheint demnach ein Vortheil zu Gunsten der Nothwendigkeit, die Störungen von C in der Bewegung von B berücksichtigen zu müssen, vorhanden zu sein. Indessen können, wenn dies auch selbstverständlich nicht wahrscheinlich ist, die Verhältnisse beträchtliche Veränderungen erfahren, wenn die Ausgleichung in beiden Fällen, mit Zugrundelegung der corrigirten Positionswinkel ausgeführt und dann vielleicht noch einmal die constanten Correctionen für die einzelnen Beobachter abgeleitet werden. Ich glaube aber nicht, dass dadurch namentlich die zuletzt genannten Grössen beträchtlich von den gefundenen verschieden ausfallen werden, und zwar aus dem Grunde, weil von allem Anfange an die übrig bleibenden Fehler im Grossen und Ganzen auch nach den verschiedenen Ausgleichungen immer nach derselben Seite hin fielen, also die letzten Abweichungen in den nicht zu beseitigenden Inconsequenzen im Beobachtungsmaterial ihre Entstehung zu haben scheinen, nicht in Mängeln der Rechnung.

Was die viel besprochene Beobachtung von 1826 betrifft, so wird deren Unvereinbarkeit mit den folgenden Bestimmungen auch durch die Elemente IV_b vollständig bestätigt, und zwar scheint eine vollständige Übereinstimmung herstellbar, wenn man annimmt, dass an die Struve'sche Messung eine Correction von —10 Grad anzubringen sei. Ob ein solches Versehen, an drei Abenden begangen, möglich sei, das kann ich natürlich nicht entscheiden.

Die Untersuchung der Bewegung des Sternes B möchte ich mit einer Bemerkung schliessen, die die Absicht verfolgt, zu zeigen, dass den hier angenommenen Verhältnissen, welche sich auf den Stern C beziehen, auch von einer andern Seite her wenigstens nicht widersprochen wird.

Ich hatte angenommen, dass sich der Stern C in der Projectionsebene bewegt, und zwar in einem Kreise, dessen Mittelpunkt genau in der Mitte zwischen A und B liegt. Es ist bereits erwähnt worden, dass implicite in dieser Annahme die Voraussetzung enthalten ist, dass A und B gleiche Massen haben. Sind die Annahmen richtig, so weiss man weiter, dass sich C näherungsweise gemäss den Kepler'schen Gesetzen um den Schwerpunkt von A und B bewegen wird, wenn man sich in ihm beide Massen A und B vereinigt denkt. Bezeichnet also n und a die mittlere Bewegung und grosse Halbaxe der von B um A beschriebenen mittleren Ellipse, n' und a' dieselben Grössen für den Stern C, bei seiner Bewegung um den Schwerpunkt von A und B, so wird näherungsweise die Gleichung stattfinden

$$\frac{n'}{n} = \left(\frac{a}{a'}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1+m+m'}{1+m}}.$$

Die mittleren Elemente a und n sind uns aber völlig unbekannt; als rohe Näherung werden indess die von den Elementen VIII angegebenen Werthe gelten dürfen, da voraussichtlich zur Zeit der Osculationsepoche die absoluten Störungen nicht allzu gross sind. Ich setze also:

$$n = 5^\circ 97\,; \quad a = 0''86.$$

Weiter soll gesetzt werden:

$$a' = 5''6 + x$$
$$\frac{m'}{1+m} = 2\cdot 37 + y$$
$$n' = 0^\circ 52 + z,$$

wo die angesetzten Zahlenwerthe die bei den Störungsrechnungen benützten sind. Vernachlässigt man weiter die zweiten Potenzen von x, y, z, so erhält man einfach durch Differentiation der obigen Kepler'schen Beziehung:

$$2\cdot 74\, x \;-1\cdot 48\, y \;+15\cdot 16\, z = +2\cdot 12, \tag{1}$$

eine Gleichung, die also strenge erfüllt werden muss, wenn alle die gemachten Voraussetzungen insoweit richtig sind, dass die Geltung der Kepler'schen Gesetze im obigen Sinne bestehen bleibt. Es frägt sich nun, durch welche Abänderungen x, y, z der drei in Frage kommenden Grössen man diese Übereinstimmung erlangen kann. Offenbar kann (1) auf unendlich viele Arten befriedigt werden. Da aber ein möglichst guter Anschluss an die benützten Zahlenwerthe erfolgen soll, so verfolge ich die Annahme, dass x, y, z so bestimmt werden soll, dass $x^2+y^2+z^2$ ein Minimum werde.

Hat man aber eine Gleichung von der Form:

$$ax + by + cz = d$$

strenge zu erfüllen, und ausserdem $x^2+y^2+z^2$ zu einem Minimum zu machen, so treten zu der Bedingungsgleichung noch die beiden anderen:

$$(a^2+b^2)y + bcz = bd$$
$$bcy + (a^2+c^2)z = cd.$$

Werden diese Vorschriften auf den vorliegenden Fall angewendet, so findet man:

$$a' = 5\text{''}63$$
$$\frac{m'}{1+m} = 2\cdot 36$$
$$n' = 0^\circ 654.$$

also Werthe, die mit Ausnahme von n', fast gar nicht von den angenommenen abweichen. Wir können daraus jedenfalls den Schluss ziehen, dass die soeben angestellte Überlegung weder gegen die angenommenen Massenwerthe, noch gegen die Voraussetzung spricht, dass sich C in einer Bahn bewegt, die zum Mindesten nicht stark gegen die Projectionsebene geneigt ist.

§. 10.

Ich will nun zur Untersuchung der Bewegung des entfernteren Sternes C übergehen.

Während bei der Betrachtung der Bewegung von B, die Frage nach der von C ausgeübten störenden Wirkung mehr in den Vordergrund trat, sind es Anomalien anderer Art, welche mich, abgesehen von dem Verlangen das System ζ Cancri auch in diesem Theile zu verfolgen, zu einer etwas eingehenderen Beschäftigung mit dem Sterne C veranlassten. Wir wissen, dass die störenden Einflüsse, die dadurch entstehen, dass die Bewegung nicht um einen einzigen Centralkörper erfolgt, nur unbedeutend sein können, indem die gegenseitige Entfernung der Sterne A und B, vergleichsweise zu der Entfernung von C, sehr klein ist. Ferner ist bekannt, dass sich C um einen Punkt, der die Entfernung AB in einem constanten Verhältnisse theilt, nahezu in einem Kegelschnitte bewegen muss. Diese Bewegung wird nun in den Messungsresultaten in Folge verschiedener Umstände entstellt erscheinen.

Abgesehen von später näher zu erörternden Verhältnissen, ist a priori einzusehen, dass die Beobachtungsfehler selbst, weil von der Stellung von B gegen A abhängig, eine Complication enthalten werden, die vorderhand nicht vollständig beseitigt werden kann. Während nicht recht abzusehen ist, wie die Beobachtung der Lage des Sternes B gegen A, ausser in Ausnahmsfällen, durch den dritten Stern beeinflusst werden soll, werden wir im Gegentheile bei C anzunehmen haben, dass seine Beobachtung dadurch von Fehlern, die sich nicht gehörig übersehen lassen, entstellt werden muss, dass man seine Lage entweder nicht auf einen festen Punkt bezieht, oder auf einen Stern, in dessen unmittelbarer Nähe ein anderer Stern von fast gleicher Helligkeit und obendrein in einer mit der Zeit wechselnden Richtung sich vorfindet. Man wird sich desshalb begnügen müssen, die für die Bewegung von C aufzustellenden Formeln nur mit Wahrscheinlichkeit im Sinne einer mechanischen Auffassung zu interpretiren. Ferner wissen wir, dass die vorliegenden Beobachtungen nur einen kleinen Bogen umfassen. Ein Versuch aus diesem Bogen auf die wahre Bewegung im Raume zu schliessen, wurde desshalb bereits bei früherer Gelegenheit als aussichtslos bezeichnet. Wir werden demgemäss über diesen Punkt nicht ins Klare kommen können und an der übrigens für das Folgende unwesentlichen Voraussetzung festzuhalten haben, dass die Bewegung von C in der Projectionsebene vor sich geht. Die Methoden, welche im Folgenden zu befolgen sind, sind durch die geschilderte Sachlage unzweideutig vorgeschrieben. Man hat zunächst die Bewegung von C, so gut dies geht, durch eine Interpolationsformel darzustellen und daran den Versuch zu knüpfen, die einzelnen Glieder der gefundenen Formel einer sachgemässen Interpretation zu unterwerfen.

Der Stern C ist von den verschiedenen Beobachtern, theils mit einem der beiden Sterne A und B, theils mit dem in der Mitte von A und B liegenden Punkte $\left(\frac{A+B}{2}\right)$ verglichen worden. Es ist desshalb zuerst nothwendig zuverlässige Grundlagen zur Reduction der Beobachtungen von AC, BC und $\frac{A+B}{2}$, C auf einander zu gewinnen. Ich habe zu diesem Zwecke die weiter unten angeführten Beobachtungen, jedoch mit Ausnahme der den letzten Jahren angehörigen und den Mädler'schen, mit provisorischen Reductionselementen auf AC reducirt und in die folgenden Jahresmittel vereinigt. Hierauf wurden die Elemente II zur Berechnung der Positionen von B gegen A benützt und mit ihnen aus den erwähnten Jahresmitteln die Correctionen berechnet,

welche an AC angebracht werden müssen, um auf die Mitte von $\frac{A+B}{2}$ zu beziehen, d. h. um $\frac{A+B}{2}$, C zu erhalten. In der folgenden Zusammenstellung sind die genannten Zahlen enthalten.

	AC		Red. auf $\frac{A+B}{2}$, C		$\frac{A+B}{2}$, C		Rechn.	$B-R$
	p	ρ			p	ρ		
1826·22	154°7	5"54	+4°9	+0"11	159°6	5"65	159°6	+0°0
28·99	151·4	5·54	+4·9	+0·19	156·3	5·73	158·1	—1·8
31·27	149·1	5·62	+4·7	+0·24	153·8	5·86	155·6	—1·8
32·21	148·7	5·62	+4·6	+0·27	153·3	5·89	154·5	—1·2
33·24	148·5	5·69	+4·5	+0·30	153·0	5·99	153·5	—0·5
35·31	145·4	5·51	+4·4	+0·33	149·8	5·84	151·1	—1·3
36·27	144·1	5·43	+4·4	+0·35	148·5	5·78	150·5	—2·0
40·24	145·8	5·02	+3·6	+0·45	149·4	5·47	149·8	—0·4
41·07	145·6	4·98	+3·5	+0·46	149·1	5·44	150·0	—0·9
42·32	145·3	5·01	+3·0	+0·48	148·3	5·49	150·2	—1·9
43·30	147·0	5·04	+2·6	+0·49	449·6	5·53	150·2	—0·6
44·28	148·9	4·99	+2·2	+0·51	151·1	5·50	150·1	+1·0
45·37	149·8	4·93	+1·7	+0·52	151·5	5·45	149·7	+1·8
46·26	148·7	5·03	+1·5	+0·52	150·2	5·55	149·1	+1·1
47·33	148·3	5·09	+1·2	+0·52	149·5	5·61	148·2	+1·3
48·25	146·7	5·03	+1·0	+0·52	147·7	5·55	147·4	+0·3
49·32	146·0	5·08	+0·7	+0·52	146·7	5·60	146·0	+0·7
50·29	146·1	5·03	+0·3	+0·51	146·4	5·54	144·9	+1·5
51·28	143·3	5·21	+0·2	+0·51	143·5	5·72	143·7	—0·2
52·32	142·8	5·05	—0·1	+0·50	142·7	5·55	142·5	+0·2
53·29	140·6	4·98	—0·3	+0·49	140·3	5·47	141·5	—1·2
54·07	140·5	5·13	—0·5	+0·48	140·0	5·61	141·0	—1·0
55·25	141·1	5·04	—1·0	+0·46	140·1	5·50	140·5	—0·4
56·30	142·0	5·01	—1·5	+0·44	140·5	5·45	140·2	+0·3
57·31	141·5	5·03	—1·8	+0·41	139·7	5·44	140·2	—0·5
58·19	141·9	4·95	—2·2	+0·39	139·7	5·34	140·3	—0·6
59·30	144·4	5·06	—2·6	+0·34	141·8	5·40	140·5	+1·3
60·27	144·2	5·11	—2·9	+0·31	141·3	5·42	140·6	+0·7
61·27	144·0	5·25	—3·0	+0·27	141·0	5·52	140·7	+0·3
62·33	143·5	5·12	—3·3	+0·23	140·2	5·35	140·5	—0·3
63·06	142·5	5·50	—3·4	+0·19	139·1	5·69	140·3	—1·2
64·30	143·6	5·19	—3·5	+0·13	140·1	5·32	139·6	+0·5
65·35	141·6	5·66	—3·2	+0·08	138·4	5·74	138·7	—0·3
66·52	140·4	5·77	—3·1	+0·02	137·3	5·79	137·5	—0·2
68·25	138·7	5·82	—2·8	—0·07	135·9	5·75	135·4	+0·5
69·34	136·9	5·75	—2·5	—0·12	134·4	5·63	134·0	+0·4
70·45	135·6	5·95	—2·1	—0·18	133·5	5·77	132·8	+0·7
71·31	135·4	5·87	—1·7	—0·22	133·7	5·65	132·1	+1·6
72·56	133·6	5·92	—1·2	—0·26	132·4	5·66	131·2	+1·2
73·27	134·5	5·67	—0·8	—0·28	133·7	5·39	130·9	+2·8
74·52	131·9	5·92	—0·1	—0·30	131·8	5·62	130·7	+1·1
75·31	131·1	5·96	+0·3	—0·31	131·4	5·65	130·7	+0·7
76·73	129·6	5·84	+1·0	—0·32	130·6	5·52	130·8	—0·2
78·29	128·7	5·82	+1·8	—0·32	130·5	5·50	131·1	—0·6

Die in der sechsten Spalte stehenden auf $\frac{A+B}{2}$ bezogenen Positionswinkel habe ich zuerst graphisch aufgetragen, um vielleicht dadurch gleich am Anfange die Form zu erkennen, welcher der aufzustellenden Interpolationsformel für die Positionswinkel zu geben ist. Es hat sich dabei auf den ersten Blick gezeigt, dass die Vermuthung, welche Otto Struve[1] aus seinen eigenen Messungen gefolgert hat, auch durch die hier

[1] Mesures micrométriques de l'étoile triple de ζ Cancri. Comptes rendus, Bd. LXXIX, p. 1463—1471.

angeführten Mittel bestätigt wird. Aus der genannten graphischen Darstellung habe ich zunächst die Formel gewonnen:

$$p = 145^\circ 20 - 0^\circ 53\, t - 2^\circ 04 \sin (20^\circ\, t), \tag{I}$$

wobei t in Jahren von 1850·0 an gezählt, angegeben werden muss. Die Vergleichung mit dieser Formel ist in der obigen Zusammenstellung unter der Überschrift $B-R$ enthalten und zeigt, dass diese wenigstens ungefähr die Beobachtungen darstellt, was vorderhand vollständig ausreichend ist. Übrigens ist die Vergleichung nur beiläufig gemacht.

In gleicher Weise habe ich die Distanzen graphisch aufgetragen. Die betreffende Curve bleibt zwar in einzelnen Theilen ziemlich willkürlich, jedoch zeigt auch sie eine der bei den Positionswinkeln auftretenden ähnliche Periodicität mit unverkennbarer Deutlichkeit. Da jedoch die aus der Curvenzeichnung hervorgehenden Werthe der Distanzen nur zu Reductionsrechnungen benützt werden sollen, so wird die von ihr dargebotene Genauigkeit voraussichtlich eine genügende sein, und dieses um so mehr, da es ja nur darauf ankommen kann, ein einheitliches Zahlensystem als Grundlage zu gewinnen, das sich nicht allzu sehr von der Wahrheit entfernt. Die aus der Curve sich ergebenden Distanzen waren:

1826·0	5″60	1837·0	5″76	1848·0	5″61	1859·0	5″35	1870·0	5″70
27·0	5·63	38·0	5·67	49·0	5·64	60·0	5·36	71·0	5·69
28·0	5·75	39·0	5·59	50·0	5·65	61·0	5.40	72·0	5·66
29·0	5·79	40·0	5·51	51·0	5·65	62·0	5·46	73·0	5·62
30·0	5·83	41·0	5·47	52·0	5·64	63·0	5·51	74·0	5·56
31·0	5·86	42·0	5·44	53·0	5·61	64·0	5·58	75·0	5·51
32·0	5·87	43·0	5·43	54·0	5·57	65·0	5·63	76·0	5·47
33·0	5·88	44·0	5·45	55·0	5·50	66·0	5·66	77·0	5·44
34·0	5·88	45·0	5·46	56·0	5·41	67·0	5·69	78·0	5·42
35·0	5·86	46·0	5·51	57·0	5 37	68·0	5·70	79·0	5·41
36·0	5·82	47·0	5·56	58·0	5·35	69·0	5·71	80·0	5·41

Mit Hilfe der in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen und der aus der Formel (I) folgenden Positionswinkel habe ich nun mit Hinzuziehung der aus den Elementen IV_a folgenden Coordinaten des Sternes B, die Reductionen berechnet, welche auf A bezogene Positionswinkel und Distanzen des Sternes C auf $\frac{A+B}{2}$, und solche die von $\frac{A+B}{2}$ aus gemessen sind, auf den Stern B zu reduciren ermöglichen.

Ich habe nur zu bemerken, dass diese Correctionen ganz nach den strengen Formeln direct berechnet worden sind.

	von A auf $\frac{A+B}{2}$		von $\frac{A+B}{2}$ auf B			von A auf $\frac{A+B}{2}$		von $\frac{A+B}{2}$ auf B	
1826·2	+4°92	+0″130	+4°66	+0″169	1845·2	+2°07	+0″517	+1°71	+0″523
27·2	+4·87	+0·165	+4·57	+0·202	46·2	+1·75	+0·521	+1·45	+0·525
28·2	+4·82	+0·196	+4·40	+0·232	47·2	+1·46	+0·523	+1·20	+0·525
29·2	+4·76	+0·223	+4·38	+0·259	48·2	+1·17	+0·522	+0·97	+0·524
30·2	+4·70	+0·247	+4·29	+0·283	49·2	+0·91	+0·519	+0·76	+0·520
31·2	+4·64	+0·268	+4·21	+0·304	50·2	+0·67	+0·513	+0·56	+0·514
32·2	+4·58	+0·288	+4·12	+0·322	51·2	+0·41	+0·506	+0·34	+0·507
33·2	+4·52	+0·308	+4·04	+0·342	52·2	+0·13	+0·498	+0·10	+0·499
34·2	+4·45	+0·329	+3·96	+0·362	53·2	−0·18	+0·488	−0·16	+0·488
35·2	+4·37	+0·350	+3·86	+0·381	54·2	−0·51	+0·475	−0·43	+0·475
36·2	+4·28	+0·370	+3·75	+0·399	55·2	−0·87	+0·459	−0·73	+0·460
37·2	+4·18	+0·391	+3·63	+0·418	56·2	−1·24	+0·439	−1·05	+0·441
38·2	+4·06	+0·412	+3·49	+0·436	57·2	−1·62	+0·415	−1·38	+0·418
39·2	+3·89	+0·433	+3·31	+0·454	58·2	−2·00	+0·386	−1·73	+0·392
40·2	+3·66	+0·453	+3·09	+0·472	59·2	−2·34	+0·355	−2·05	+0·361
41·2	+3·38	+0·471	+2·84	+0·487	60·2	−2·65	+0·316	−2·35	+0·326
42·2	+3·07	+0·487	+2·56	+0·500	61·2	−2·88	+0·275	−2·59	+0·288
43·2	+2·74	+0·500	+2·27	+0·510	62·2	−3·05	+0·231	−2·79	+0·246
44·2	+2·40	+0·510	+1·98	+0·518	63·2	−3·15	+0·184	−2·94	+0·201

	von A auf $\frac{A+B}{2}$		von $\frac{A+B}{2}$ auf B	
1864·2	−3°19	+0ʺ136	−3°08	+0ʺ153
65·2	−3·17	+0·087	−3·07	+0·103
66·2	−3·10	+0·036	−3·05	+0·052
67·2	−2·97	−0·015	−2·98	.
68·2	−2·78	−0·066	−2·84	−0·052
69·2	−2·53	−0·115	−2·63	−0·104
70·2	−2·22	−0·162	−2·34	−0·153
71·2	−1·84	−0·204	−1·98	−0·198
72·2	−1·41	−0·241	−1·54	−0·238
1873·2	−0°93	−0ʺ272	−1°03	−0ʺ271
74·2	−0·42	−0·296	−0·47	−0·296
75·2	+0·12	−0·313	+0·13	−0·312
76·2	+0·68	−0·320	+0·76	−0·319
77·2	+1·23	−0·321	+1·37	−0·317
78·2	+1·75	−0·316	+1·97	−0·309
79·2	+2·24	−0·306	+2·52	−0·296
80·2	+2·70	−0·291	+3·00	−0·280

§. 11.

Ganz ähnlich, wie wir bei dem Sterne B vorgegangen sind, wurden nun die einzelnen Beobachtungen von C mit weiter unten näher anzuführenden provisorischen Correctionen versehen und mit Hilfe der im letzten Paragraphen angegebenen Zahlen auf $\frac{A+B}{2}$ reducirt. Diese Beobachtungen wurden weiter mit ebenfalls provisorischen Gewichtszahlen zu Jahresmitteln vereinigt, die, wie man sehen wird, nicht beträchtlich von den zu allererst angegebenen abweichen. Diese Jahresmittel sind folgende. Ich setze gleich neben das Beobachtungsresultat, welches also Positionswinkel und Distanz bezogen auf die Mitte von A und B angibt, die beiden Coordinatenwerthe bezogen auf A und B, wie dieselben sich mit Hilfe der letzten Reductionstabelle ergeben.

Die beiden ersten Beobachtungen sind von W. Herschel. Die erste ohne weitere Angabe, die zweite zu einer Zeit angestellt, wo die Sterne A und B nicht getrennt gesehen wurden. Ich nehme an, dass die Beobachtung sich auf die Mitte $\frac{A+B}{2}$ bezieht. Im Übrigen ist nach der auf p. 197 ausgesprochenen Ansicht verfahren worden, d. h. ich habe die W. Herschel'schen Beobachtungen nirgends in den Bedingungsgleichungen eingeführt. Dagegen habe ich sie hier, weil dadurch gar keine Mehrarbeit nothwendig ist, gewöhnlich mit dem Rechnungsresultate verglichen.

	$\frac{A+B}{2}$ und C			g	AC	BC
1781·89	181°73	.	.	.	.	.
1802·11	171·78	.	.	15	.	.
21·98	160·03	15	.	15	.	.
23·97	160·43	91	5ʺ564	15	.	.
26·22	159·59	15	5·655	35	154°67	164°25
28·99	156·15	15	5·757	63	151·37	160·55
31·17	154·31	42	5·892	15	149·67	158·52
32·22	153·46	65	5·919	25	148·88	157·58
33·25	152·98	18	6·003	15	148·47	157·02
35·31	149·80	25	5·894	56	145·44	153·65
36·27	148·40	15	5·828	30	144·13	152·14
40·25	149·00	56	5·421	38	145·35	152·08
41·07	149·00	30	5·448	43	145·59	151·87
42·32	148·23	38	5·484	20	145·20	150·75
43·29	149·73	43	5·536	15	147·03	151·96
44·28	151·18	35	5·502	17	148·80	153·14
45·37	151·56	29	5·448	20	149·54	153·23
46·26	150·43	17	5·544	65	148·70	151·86
47·33	149·70	25	5·612	40	148·28	150·87
48·24	147·75	80	5·643	30	146·59	148·71
49·32	146·86	40	5·670	3C	145·98	147·60
50·29	146·71	30	5·646	25	146·06	147·25
51·28	143·79	30	5·839	23	143·40	144·11
52·32	143·04	25	5·631	5	142·95	143·11
53·29	140·64	23	5·615	73	140·85	140·45
1854·07	140°00	5	5ʺ602	87	140°47	139°60
55·22	140·17	73	5·578	53	141·05	139·43
56·32	140·34	38	5·521	.	141·63	139·25
57·81	139·76	53	5·521	.	141·42	138·24
58·19	139·64	35	5·390	35	141·64	137·91
59·30	141·65	20	5·476	20	144·02	139·57
60·27	141·36	25	5·464	25	144·03	138·99
61·27	141·14	48	5·570	48	144·03	138·54
62·33	140·33	10	5·338	10	143·39	137·52
63·06	139·64	48	5·681	48	142·78	136·72
64·30	140·41	15	5·319	15	143·60	137·38
65·28	138·56	59	5·738	80	141·73	135·49
66·51	137·26	92	5·796	94	141·71	134·23
68·25	135·56	40	5·745	30	138·33	132·73
69·35	134·16	25	5·621	25	136·65	131·57
70·45	133·63	75	5·766	55	135·75	131·38
71·30	133·61	25	5·661	25	135·41	131·67
72·55	132·35	58	5·667	58	133·70	130·89
73·27	133·74	19	5·447	15	134·63	132·75
74·51	131·35	64	5·607	62	131·60	131·07
75·30	131·28	47	5·649	47	131·10	131·47
76·83	130·81	80	5·497	80	129·78	131·95
78·24	131·09	71	5·491	71	129·32	133·08
79·45	132·36	36	5·439	36	130·00	135·00

Überblickt man die durch die angeführten Beobachtungen angezeigten Veränderungen des Positionswinkels p, so sieht man, dass im Allgemeinen p mit wachsender Zeit abnimmt, dass diese Abnahme aber keineswegs gleichförmig vor sich geht, sondern, und dies ist ein für das Folgende wichtiger Umstand, sich sogar zu einigen Zeiten in eine Zunahme umkehrt. Die Curve also, welche den Positionswinkel als Function der Zeit darstellt, wird eine Linie sein, die wir mit Recht als eine Schlangenlinie bezeichnen dürfen. Fragen wir nun aber, ob diese letztere Eigenschaft wirklich verbürgt ist, so glaube ich, dass in der That darüber kein Zweifel bestehen kann. Die Umkehrung der Abnahme in eine Zunahme wird nämlich nicht durch ein, sondern stets durch mehrere auf einander folgende Jahresmittel in der unzweideutigsten Weise angezeigt. Wir haben nun zunächst zuzusehen, ob Anomalien der genannten Art eine physische Erklärung zulassen, oder ob sie sich vielleicht ungezwungener, als blosser Ausfluss einer eigenthümlichen Accumulation von Messungsfehlern auffassen lassen.

Am nächsten liegt der Gedanke, dass die genannte Schlangenlinie als eine Bewegungsform in dem hier thatsächlich vorhandenen Probleme der drei Körper anzusehen ist. Obwohl wir bereits überlegt haben, dass die Abweichung von der Bewegung nach den Kepler'schen Gesetzen nur gering sein kann, so ist doch die Möglichkeit, eine Erklärung der bemerkten Bewegungscurve in der angedeuteten Richtung zu finden, zuzugestehen; jedenfalls bedarf der Gegenstand einer näheren Betrachtung. Lassen wir aber die charakteristische Eigenschaft der in dem vorliegenden Falle auftretenden Schlangencurve in den Vordergrund treten, so wird es uns gelingen, nachzuweisen, dass solche Linien niemals die Bewegung in einem dreifachen Sternsysteme darstellen können. Dass sich im Allgemeinen ein Punkt, der von zwei anderen angezogen wird, in gewissen Schlangenlinien bewegen kann, das ist selbstverständlich und bedarf keines Nachweises. — Die erwähnte charakteristische Eigenschaft besteht nun darin, dass die Umkehrung einer Abnahme des Positionswinkels in eine Zunahme zu gleicher Zeit stattfindet, sowohl in dem auf A, als auch in dem auf B bezogenen Positionswinkel des Sternes C. Diese Erscheinung tritt an den beiden ersten der in der obigen Tabelle durch verticale Striche kenntlich gemachten Stellen, in unzweifelhafter Gestalt hervor, während die dritte Zunahme sich erst in dem Beginne ihrer Entwicklung zu befinden scheint. Dass die drei erwähnten Stellen durch nahe gleiche Zeiträume getrennt sind, ist eine Bemerkung, die uns, nach dem in §. 10 bereits Erwähnten, nicht mehr überraschen kann und die durch das Folgende genügende Erklärung finden wird.

Ich behaupte nun also, dass solche Verhältnisse, wie sie hier auftreten, nicht allein aus dynamischen Beziehungen entstehen können.

Zu diesem Zwecke bezeichne ich mit 1, m und m' die respectiven Massen der drei Sterne A, C und B. Ich lege ferner in den Stern A als Mittelpunkt ein sonst beliebiges rechtwinkeliges Coordinatensystem der xyz, bezeichne mit xyz die Coordinaten von C, und $x'y'z'$ diejenigen von B, mit r und r' die Entfernungen AC und AB und schliesslich mit ρ die Entfernung BC. Dann wird die Bewegung von C durch die Differentialgleichungen definirt.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + k^2(1+m)\,\frac{x}{r^3} = k^2m'\left(\frac{x'-x}{\rho^3} - \frac{x'}{r'^3}\right)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + k^2(1+m)\,\frac{y}{r^3} = k^2m'\left(\frac{y'-y}{\rho^3} - \frac{y'}{r'^3}\right),$$

indem ich die z-Coordinate unberücksichtigt lasse. Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich:

$$\frac{d}{dt}\left(y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt}\right) = k^2m'(x'y-y'x)\left(\frac{1}{\rho^3} - \frac{1}{r'^3}\right). \tag{1}$$

In analoger Weise betrachte ich die relative Bewegung von C um B. Ich lege also nach B den Anfangspunkt eines neuen Coordinatensystemes, bezeichne mit $x''y''z''$ und $\xi\eta\zeta$ die Coordinaten von C und von A.

Werden dann die früheren Bezeichnungen für die vorkommenden Entfernungen beibehalten, so ergeben sich die neuen Differentialgleichungen:

$$\frac{d^2x''}{dt^2}+k^2(m+m')\frac{x''}{\rho^3}=k^2\left(\frac{\xi-x''}{r^3}-\frac{\xi}{r'^3}\right)$$

$$\frac{d^2y''}{dt}+k^2(m+m')\frac{y''}{\rho^3}=k^2\left(\frac{\eta-y''}{r^3}-\frac{\eta}{r'^3}\right)$$

und demnach:

$$\frac{d}{dt}\left\{y''\frac{dx''}{dt}-x''\frac{dy''}{dt}\right\}=k^2(\xi y''-\eta x'')\left(\frac{1}{r^3}-\frac{1}{r'^3}\right) \tag{2}$$

Nun ist aber:

$$\begin{array}{l|l|l} x=x'+x'' & x''=x+\xi & x'=-\xi \\ y=y'+y'' & y''=y+\eta & y'=-\eta \end{array}$$

also:

$$\xi y''-\eta x''=-x'(y-y')+y'(x-x')=-(x'y-y'x). \tag{3}$$

Die gegenseitigen Entfernungen der drei Sterne sind aber bei ζ Cancri so beschaffen, dass für alle Zeiten, über welche sich die Beobachtungen erstrecken:

$$\rho > r' \quad \text{und} \quad r > r'.$$

Es ist also auch stets:

$$\frac{1}{\rho}<\frac{1}{r'} \quad \text{und} \quad \frac{1}{r}<\frac{1}{r'}.$$

Die in (1) und (2) vorherrschenden Differenzen

$$\frac{1}{\rho^3}-\frac{1}{r'^3} \quad \text{und} \quad \frac{1}{r^3}-\frac{1}{r'^3}$$

sind in Folge dessen stets negativ.

Da sich nun weiter in Folge von (3) die Gleichung (2) schreiben lässt:

$$\frac{d}{dt}\left(y''\frac{dx''}{dt}-x''\frac{dy''}{dt}\right)=-k^2(x'y-y'x).\left(\frac{1}{r^3}-\frac{1}{r'^3}\right),$$

so können wir sagen, es muss immer sein:

$$\frac{d}{dt}\left(y\frac{dx}{dt}-x\frac{dy}{dt}\right)=+T$$

$$\frac{d}{dt}\left(y''\frac{dx''}{dt}-x''\frac{dy''}{dt}\right)=-T_1,$$

wobei T und T_1 zwei Functionen der Zeit bedeuten, die beide zu gleicher Zeit entweder positiv, oder zu gleicher Zeit negativ sind.

Bezeichnet man nun mit p und ρ Positionswinkel und Distanz des Sternes C von A aus gemessen, p'' und ρ'' dieselben Grössen von B aus, so hat man also:

$$\rho^2\frac{dp}{dt}=C+\int T\,dt$$

$$\rho''^2\frac{dp''}{dt}=C_1-\int T_1\,dt,$$

oder wenn man die Werthe von ρ, p, ρ'' und p'' für die Zeit $t = t_0$ durch dieselben Buchstaben, mit dem Index Null versehen, bezeichnet und ausserdem setzt:

$$\delta\left(\rho^2 \frac{dp}{dt}\right) = \rho^2 \frac{dp}{dt} - \rho_0^2 \frac{dp_0}{dt}$$

$$\delta\left(\rho''^2 \frac{dp''}{dt}\right) = \rho''^2 \frac{dp''}{dt} - \rho_0''^2 \frac{dp_0''}{dt},$$

so kann man die letzten Relationen auch schreiben:

$$\delta\left(\rho^2 \frac{dp}{dt}\right) = + \int_{t_0}^{t} T\,dt$$

$$\delta\left(\rho''^2 \frac{dp}{dt}\right) = - \int_{t_0}^{t} T_1\,dt.$$

So lange sich die beiden bestimmten Integrale aus lauter Grössen mit demselben Vorzeichen zusammensetzen, müssen also

$$\delta\left(\rho^2 \frac{dp}{dt}\right) \quad \text{und} \quad \delta\left(\rho''^2 \frac{dp''}{dt}\right)$$

stets verschiedene Zeichen haben.

Dass diese Bedingung, welche vom Problem der drei Körper gefordert wird, bei ζ Cancri gerade in den hervorgehobenen kritischen Punkten nicht erfüllt wird, ist leicht einzusehen. Für gewöhnlich ist sowohl $\frac{dp}{dt}$, ebenso wie auch $\frac{dp''}{dt}$ negativ. Nimmt man nun für t_0 einen solchen Zeitpunkt, so wird also für alle Zeiten t, für welche $\frac{dp}{dt}$, also auch $\rho^2 \frac{dp}{dt}$ positiv ist, $\rho''^2 \frac{dp''}{dt}$ in keinem Falle positiv sein dürfen. Und gerade dieses war jene charakteristische Eigenschaft, welche an die Spitze gestellt worden ist.

Die bemerkte eigenthümliche Abhängigkeit der Positionswinkel von der Zeit kann man demnach durchaus nicht aus dem Probleme der drei Körper ableiten, vielmehr deutet sie mit Bestimmtheit auf eine andere Ursache hin.

In welcher Richtung man diese zuerst zu suchen geneigt sein dürfte, habe ich schon erwähnt. Es wird indessen das Bemühen, den systematischen Beobachtungsfehlern einen so überwiegenden Einfluss auf die Messungresultate einzuräumen, auf grosse Schwierigkeiten stossen, welche diesen Erklärungsgrund als sehr unwahrscheinlich hinstellen dürften. Es ist nämlich zu beachten, dass die meisten der angeführten Jahresmittel auf Messungen mehrerer Beobachter beruhen. In solchen Mittelwerthen werden aber in jedem Falle die systematischen Fehler nur in sehr verkleinertem Massstabe zu Tage treten können, und es ist wohl nicht sehr wahrscheinlich, dass dieses in ausgebildeter Regelmässigkeit geschehen wird, wenn sich, wie dies bei ζ Cancri thatsächlich der Fall ist, die Beobachtungen über einen Zeitraum von beinahe 60 Jahren erstrecken, und in dieser langen Zeit, wie zu erwarten, sehr verschiedene Beobachter in den früheren oder späteren Zeitabschnitten zu einem Mittel mitgewirkt haben. Wenn demnach trotzdem eine gewisse Regelmässigkeit übrigbleibt, so wird die Grösse des Betrages, innerhalb dessen sich Schwankungen nach beiden Seiten hin bewegen, nur klein sein dürfen, und die Periodicität selbst wird sich nicht mit Sicherheit bestimmen lassen. Weit wichtiger aber ist der Umstand, dass voraussichtlich die Dauer der Periode der regelmässigen Schwankungen zusammenhängen muss, mit der Periode, von welcher der wechselnde Einfluss auf die systematischen Fehler abhängt. Es ist bereits erwähnt worden, dass ein solcher in der gegenseitigen Stellung der beiden Sterne A und B liegt, und dass dieses der einzige ist, der sich in den Mittelwerthen aussprechen kann, ist leicht zu übersehen. Besteht also eine regelmässige Periodicität in den Schwankungen der Positionswinkel des Sternes C, so wird diese in einfacher Weise mit einem Viertel derjenigen Zeit zusammenhängen, innerhalb welcher sich die beiden Sterne A und B um einander drehen. Nun beträgt die genannte Umlaufszeit nahe 60 Jahre, es muss also der Zeitraum

von 15 Jahren entweder ein Multiplum der betreffenden Periode sein oder umgekehrt. Wir werden sehen, dass sich diese mit ziemlicher Sicherheit auf 18 Jahre stellt, sie ist desshalb nicht wohl als Ausfluss eines merkwürdigen Zusammenwirkens von systematischen Messungsfehlern zu betrachten und dies wird mit um so kleinerer Wahrscheinlichkeit der Fall sein, je grösser die Sicherheit ist, mit der dieselbe sich bestimmen lässt und je grösser der Betrag ist, um welchen sich der Positionswinkel nach beiden Seiten hin ändert.

Ich komme endlich zu einer dritten Erklärungsweise, gegen welche, wie ich gleich jetzt mittheilen will, sich kein gewichtiges Bedenken zu erheben scheint, und die ich für sehr wahrscheinlich halte. Es hat nämlich bereits O. Struve a. a. O. die Vermuthung ausgesprochen, dass sich der Stern C um einen dunkeln, ihm nahe stehenden Stern bewegt, so dass der Schwerpunkt beider nur wenige Zehntel einer Bogensecunde von C entfernt liegt. Ich will diese Hypothese hier weiter verfolgen und zeigen, dass dieselbe die genannten Unregelmässigkeiten so vollständig erklärt, als man nur wünschen kann.

Bei so kleinen Veränderungen, wie die hier auftretenden, wird es sich sachgemäss nur darum handeln können, die einfachsten Annahmen, die über eine solche Revolutionsbewegung gemacht werden können, aufzustellen, da kleine Abweichungen von diesen aus solch' difficilen Beobachtungen, wie die Messungen von ζ Cancri sind, herauszurechnen, diesen Zwang anthun hiesse. Ich will demgemäss annehmen, dass C sich in einem Kreise mit gleichförmiger Geschwindigkeit um den unbekannten Punkt bewegt.

Bezeichnet p und ρ Positionswinkel und Distanz von C, gemessen von dem betreffenden, die Entfernung AB in einem constanten Verhältnisse theilenden Punkte, p_0, ρ_0, a Positionswinkel, Distanz und Radius des Kreises, α den Winkel, welchen a zur Zeit t mit der Richtung ρ_0 bildet, so ist:

$$\rho^2 = \rho_0^2 + a^2 + 2a\rho_0 \cos\alpha;$$

$\frac{a}{\rho_0}$ ist sehr klein, und zwar immer kleiner als $\frac{1}{25}$. Man wird desshalb vortheilhaft nach Potenzen dieser kleinen Grösse entwickeln. Auf diese Weise ergibt sich:

$$\rho = \rho_0\left(1 + \frac{a}{\rho_0}\cos\alpha + \frac{1}{2}\frac{a^2}{\rho_0^2}\ldots\right)$$

oder:

$$\rho = \rho_0 + a\cos\alpha + \frac{a}{\rho_0}\frac{a}{2}\sin^2\alpha. \tag{4}$$

Ferner ist

$$\rho\sin(p - p_0) = a\sin\alpha,$$

und wenn bei den Gliedern 2. Ordnung stehen geblieben wird:

$$p - p_0 = \frac{a}{\rho}\sin\alpha = \frac{a}{\rho_0}\sin\alpha\left(1 - \frac{a}{\rho_0}\cos\alpha\right). \tag{5}$$

Da es werthlos wäre, die Glieder 2. Ordnung mitzunehmen, so kann man also setzen:

$$b\begin{cases}\rho = \rho_0 + a\cos\alpha \\ p = p_0 + \dfrac{a}{\rho}\sin\alpha.\end{cases} \tag{6}$$

Ist die betrachtete Kreisbewegung gleichförmig, so ist α eine lineare Function der Zeit t, also:

$$\alpha = b(t - t_0),$$

und es müssen sich dann p und ρ in die allgemeine Form bringen lassen:

$$p = p_0 + A\sin bt + B\cos bt$$
$$\rho = \rho_0 \pm (A\rho_0\cos bt - B\rho_0\sin bt).$$

Nun werden p_0 und ρ_0 auch Functionen der Zeit sein. Nehmen wir an, dass sich diese Grössen als nach t fortschreitende Potenzreihen darstellen lassen, so werden strenge genommen unter dem Sinus- und Cosinuszeichen auch die höheren Potenzen von t vorkommen, wenn anders die Revolutionsbewegung als gleichförmig gelten gelassen wird. Indessen wird bei ζ Cancri schon das quadratische Glied so klein, dass wir von seiner Berücksichtigung unter dem Sinus- und Cosinuszeichen absehen können.

Was die Elemente der Kreisbewegung betrifft, so werden diese durch A, B und b bestimmt; diese drei Coëfficienten können sowohl aus den Positionswinkeln als auch aus den Distanzen abgeleitet werden. Ich werde sie, aus bereits angeführten Gründen, vorläufig aus den ersteren allein berechnen. Die Übereinstimmung der mit diesen Werthen berechneten und den beobachteten Distanzen wird dann eine sehr wichtige Controle abgeben für die Beurtheilung der Sicherheit der Hypothese.

§. 12.

Es handelt sich demnach darum, die Coëfficienten der Formel (I), p. 210 zu verbessern, und diese selbst durch ein Cosinusglied zu completiren. Ich habe nun zunächst die aus (I) folgenden Positionswinkel mit den auf p. 211 angeführten Positionswinkeln verglichen. Die Differenzen wurden nach Massgabe der abtheilenden Striche in Normalörter vereinigt, jedoch ohne Rücksicht auf die Gewichte und ohne die Beobachtungen vor dem Jahre 1823 zu benutzen. Aus diesen Normalorten werden nun die Coëfficienten bestimmt, und zwar in der angestrebten Form für p:

$$p = p_0 + \gamma t + f.x + A \sin bt + B \cos bt.$$

Als Näherungswerthe gibt die Formel (I):

$$p_0 = 145{?}20$$
$$\gamma = -0{?}53$$
$$A = -2\cdot 04;\; b = 20°;\; B = 0$$

und durch Differentiation der Gleichung (7) ergibt sich eine lineare Relation für die an die fünf Unbekannten p_0, γ, A, B und b anzubringenden Correctionen. Ich habe ausser diesen fünf noch eine sechste Unbekannte eingeführt. Die Bewegung des Mittelpunktes der von C beschriebenen Kreisbahn wird sich um einen die Strecke AB in einem constanten Verhältnisse theilenden Punkte näherungsweise nach den Kepler'schen Gesetzen bewegen. Es wurde bis jetzt dieser Schwerpunkt der beiden Massen A und B mit der Mitte $\frac{A+B}{2}$ identificirt. Liegt der Schwerpunkt ausserhalb dieses Punktes, so muss sich in dem Positionswinkel p auch eine Abhängigkeit von der gegenseitigen Stellung der beiden Sterne A und B zeigen. Ich bezeichne nun mit x das Verhältniss der Entfernung des Schwerpunktes von der Mitte $\frac{A+B}{2}$ zu der halben Strecke AB. Der Factor f lässt sich dann aus den bereits angeführten Zahlen leicht finden. Ist x klein, was voraussichtlich der Fall ist, so wird man für f das Mittel der für die betreffenden Zeiten berechneten Reduction von $\frac{A+B}{2}$ auf A und von $\frac{A+B}{2}$ auf B setzen dürfen. Übrigens ist klar, dass ein sehr merklicher Werth für x, wenn sich dieser ergeben sollte, durchaus nicht mit Sicherheit darauf zu schliessen erlaubt, dass die Massen A und B wirklich sehr ungleich sind, denn wir wissen, dass sich in ähnlicher Weise wie diese Abweichung, der etwa übrig bleibende Einfluss der systematischen Fehler aussprechen wird. Es wird demnach das Glied x die beiden Einflüsse vereinigt geben, und wir werden, wenn sich x als sehr klein herausstellen sollte, schliessen können, dass wahrscheinlicher Weise weder eine bedeutende Ungleichheit der beiden Massen A und B vorhanden, noch ein bedeutender Einfluss solcher systematischer Fehler zu befürchten ist, welche von der gegenseitigen Stellung der Sterne A und B herrührt.

Die Bedingungsgleichungen für die sechs Correctionen sind nun:

$1\,dp_0$	$-1\cdot25\,(20d\gamma)$	$-1\cdot21\,(4x)$	$-0\cdot67\,dA$	$-0\cdot75\,dB$	$-1\cdot26\,(30db)$	$=-0\cdot19$
1	−0·96	−1·11	−0·41	−0·91	−1·19	−1·47
1	−0·76	−1·03	+0·86	+0·52	+0·53	−1·21
1	−0·41	−0·74	−0·25	−0·97	−0·54	−1·07
1	−0·21	−0·41	−0·99	+0·11	+0·03	+1·45
1	+0·01	−0·15	+0·10	−1·00	−0·02	+0·77
1	+0·21	+0·12	+0·99	+0·11	−0·03	−0·77
1	+0·36	+0·38	+0·57	−0·82	+0·41	−0·33
1	+0·52	+0·63	−0·43	+0·90	+0·63	+0·80
1	+0·72	+0·78	−0·96	+0·28	−0·27	−0·07
1	+0·97	+0·64	+0·45	+0·89	−1·17	+0·38
1	+1·12	+0·39	+1·00	+0·07	−0·10	+1·79
1	+1·25	+0·01	+0·67	−0·75	+1·26	+0·65
1	+1·38	−0·37	−0·19	−0·98	+1·84	−0·05
1	+1·47	−0·62	−0·76	−0·77	+1·31	+1·22

Daraus ergeben sich die Normalgleichungen:

$+15\cdot00\,(dp_0)$	$+\;4\cdot42\,(20d\gamma)$	$-2\cdot69\,(4x)$	$-0\cdot02\,(dA)$	$-4\cdot07\,(dB)$	$+\;1\cdot43\,(30db)$	$=+1\cdot96$
+ 4·42	+12·04	+4·46	+1·42	−0·28	+ 7·59	+7·81
− 2·69	+ 4·46	+6·73	+1·50	+4·12	+ 0·76	+3·62
− 0·02	+ 1·42	+1·50	+7·08	+1·09	+ 0·94	−1·17
− 4·07	− 0·28	+4·12	+1·09	+8·08	− 1·80	+1·22
+ 1·43	+ 7·59	+0·76	+0·94	−1·80	+12·30	+4·17

aus deren Auflösung die Correctionen folgen:

$$\begin{aligned} db &= -0^\circ\!002 \\ dB &= +0^\circ\!197 \\ dA &= -0^\circ\!336 \\ x &= -0\cdot0021 \\ d\gamma &= +0^\circ\!038 \\ dp_0 &= -0^\circ\!028. \end{aligned}$$

Dass sich die die Dauer der Periode bestimmende Grösse b mit ziemlicher Sicherheit ergibt, folgt aus der letzten Eliminationsgleichung:

$169\cdot8\;db = -0\cdot37$ und der mittl. Fehler von b wird demnach nur $\pm 0^\circ\!08$.

Es lässt sich desshalb, wie zu erwarten, diese Correction aus dem vorhandenen Beobachtungsmateriale mit sehr grosser Sicherheit ableiten.

Ich habe nun aber die gefundenen Correctionen nicht direct angewandt. Das b ist so wenig von 20° verschieden, dass eine nur irgendwie bemerkbare schlechtere Übereinstimmung mit den Beobachtungen gewiss nicht zu fürchten ist, wenn dieser abgerundete Werth, der aber für die Rechnung bedeutend bequemer ist, in Anwendung gebracht wird. Ferner ist x sehr klein. Darnach würde die Bewegung des Sternes C auf einen Punkt zu beziehen sein, der um etwa 0"04 von der Mitte entfernt liegt, eine Abweichung, die keineswegs irgendwie verbürgt werden kann und in Folge ihrer Kleinheit möglicher Weise einem Einflusse der systematischen Fehler zugeschrieben werden kann. Ich kann demnach wohl das Resultat aussprechen, dass die Positionswinkel von C durchaus nicht gegen die Annahme, dass A und B sehr nahe gleiche Massenwerthe besitzen, spricht. Um ganz unnöthige Rechnungen zu vermeiden, habe ich x einfach $= o$ gesetzt. Auf diese Weise entsteht also die neue Formel für p:

$$p = 145^\circ\!172 - 0\cdot492\,t - 2^\circ\!376 \sin 20^\circ\,t + 0^\circ\!197 \cos 20^\circ\,t. \qquad \text{(II)}$$

Zur Erleichterung der Vergleichung dieser Formel mit den Beobachtungen seien die darnach berechneten Positionswinkel hier angeführt:

	p		p		p		p		p		p
1820·0	157°78	1831·0	155°53	1841·0	149°41	1851·0	144°05	1861·0	141°14	1871·0	132°88
21·0	157·77	32·0	154·23	42·0	149·74	52·0	142·81	62·0	141·23	72·0	132·04
22·0	157·96	33·0	152·91	43·0	150·00	53·0	141·74	63·0	141·08	73·0	131·48
23·0	158·27	34·0	151·67	44·0	150·09	54·0	140·90	64·0	140·66	74·0	131·20
24·0	158·60	35·0	150·60	45·0	149·92	55·0	140·34	65·0	139·95	75·0	131·19
25·0	158·86	36·0	149·76	46·0	149·52	56·0	140·06	66·0	138·98	76·0	131·38
26·0	158·95	37·0	149·20	47·0	148·81	57·0	140·05	67·0	137·81	77·0	131·69
27·0	158·78	38·0	148·92	48·0	147·84	58·0	140·24	68·0	136·51	78·0	132·02
28·0	158·38	39·0	148·91	49·0	146·67	59·0	140·55	69·0	135·19	79·0	132·28
29·0	157·67	40·0	149·10	50·0	145·37	60·0	140·88	70·0	133·95	80·0	132·37
30·0	156·70										

Die Formel (II) habe ich nun direct mit den einzelnen vorliegenden Beobachtungen verglichen und aus diesen Vergleichungen die constanten Fehler, insoweit sie sich auf diese Weise überhaupt bestimmen lassen, zu ermitteln gesucht. Um den Gang der Untersuchung nicht zu unterbrechen, werde ich später, was sich auf die Beobachtungen bezieht, zusammenfassen. Jetzt führe ich einfach die aus den corrigirten Beobachtungen abgeleiteten Jahresmittel an und vergleiche diese mit der Formel II. Die Bedeutung der übrigen Spalten wird aus dem Folgenden hervorgehen.

	g	Bp	B—R II	B—R III		g	Bp	B—R II	B—R III
1781·89	.	181°73	.	—4°34	1854·23	4	141°73	+0°96	+0°84
1802·11	.	171·78	.	+0·23	55·22	8	140·30	+0·02	—0·11
21·98	1	160·03	+2°07	+0·01	56·31	4	140·60	+0·54	+0·45
23·97	1	160·42	+1·83	+0·20	57·28	5	139·76	—0·35	—0·37
26·22	2	160·55	+1·64	+0·48	58·19	4	140·07	—0·23	—0·16
28·99	2	157·11	—0·57	—1·39	59·28	4	140·15	—0·49	—0·29
31·19	4	155·04	—0·24	—1·02	60·28	3	140·97	+0·02	+0·34
32·20	8	153·80	—0·17	—0·97	61·27	4	141·02	—0·15	+0·30
33·25	2	153·83	+1·23	+0·37	62·31	2	139·63	—1·55	—1·02
35·31	3	150·76	+0·42	—0·50	63·06	5	140·09	—0·97	—0·39
36·27	2	149·36	—0·25	—1·22	64·30	1	140·02	—0·43	+0·17
40·25	4	148·81	—0·37	—0·87	65·26	5	138·95	—0·75	—0·18
41·12	8	149·68	+0·23	—0·13	66·55	8	137·50	—0·84	—0·36
42·34	4	148·56	—1·27	—1·41	68·25	4	135·71	—0·47	—0·21
43·25	6	150·18	+0·16	+0·17	69·35	2	134·32	—0·44	—0·33
44·32	5	150·84	+0·80	+0·95	70·47	7	133·68	+0·23	+0·18
45·39	2	151·25	+1·49	+1·73	71·30	2	133·58	+0·95	+0·66
46·25	1	150·06	+0·72	+1·04	72·55	5	132·58	+0·85	+0·59
47·32	2	149·07	+0·57	+0·93	73·26	2	133·33	+1·92	+1·62
48·20	10	147·68	+0·07	+0·39	74·51	6	131·79	+0·60	+0·28
49·32	3	146·47	+0·22	+0·47	75·30	4	131·75	+0·50	+0·21
50·29	2	146·32	+1·33	+1·50	76·85	7	130·90	—0·74	—0·94
51·25	4	143·67	—0·07	0	78·23	6	131·13	—0·95	—1·04
52·29	4	142·43	—0·07	—0·08	79·48	3	132·03	—0·29	—0·31
53·27	5	140·70	—0·81 [1]	—0·89					

Die Fehler, welche die Formel (II) in den Positionswinkeln zurücklässt, wurden nun mit Rücksicht auf die Gewichte und nach Massgabe der abtheilenden Striche in Mittelwerthe vereinigt. Dadurch ergeben sich folgende Differenzen im Sinne Beobachtung—Rechnung:

---

[1] In der folgenden Rechnung wurde für diese Abweichung die fehlerhafte Differenz +0·19 genommen, welches Versehen indess jedenfalls ohne Belang ist.

	g	$B-R$		g	$B-R$		g	$R-B$
1824·60	4	+1°79	1848·54	17	+0°30	1864·17	11	−0°82
31·45	14	−0·25	52·35	13	+0·03	67·44	14	−0·68
35·00	7	+0·45	55·25	16	+0·39	71·33	14	+0·55
41·21	16	−0·30	58·17	13	−0·36	74·57	12	+0·79
44·15	14	+0·62	61·17	9	−0·40	77·86	16	−0·73

Mit Ausnahme der ersten und vielleicht der dritten Differenz haben die übrigen nahe gleiche Gewichte. Ich habe desshalb allen dasselbe Gewicht gegeben, und ihnen gemäss der Methode der kleinsten Quadrate durch eine Formel:

$$dp = dp_0 + d\gamma\, t + \delta . t^2 + dA \sin bt + dB \cos bt + db . t\, (A \cos bt - B \sin bt)$$

zu genügen gesucht. Dieser Ansatz unterscheidet sich von dem früher gebrauchten durch den Hinzutritt eines quadratischen Gliedes für die Bewegung des Mittelpunktes der Kreisbewegung und durch das Wegfallen der Reduction des Positionswinkels auf einen von der Mitte $\frac{A+B}{2}$ verschiedenen Punkt, die weiter zu berücksichtigen als unnöthig erkannt wurde. Für eine etwaige Benützung der vorliegenden Rechnungen für zukünftige Untersuchungen wird es genügen, nicht die Bedingungs-, sondern gleich die Normalgleichungen anzuführen. Diese sind:

$+15·00\, dp_0$	$+2·91\, (20d\gamma)$	$+13·06 (300d\delta)$	$+0·73\, (dB)$	$+\ 5·43 (30db)$	$+0·31\, (dA)$	$= +1·38$
+ 2·91	+9·76	+ 5·00	−3·13	− 1·10	+1·28	−3·35
+13·06	+5·00	+21·46	+0·72	+11·01	+0·33	+2·92
+ 0·73	−3·13	+ 0·72	+8·59	− 2·54	−0·15	+1·69
+ 5·43	−1·10	+11·02	−2·54	+14·74	−0·51	+2·51
+ 0·31	+1·28	+ 0·33	−0·15	− 0·51	+6·44	+1·56

und die Auflösung ergibt:

$$\begin{aligned} dp_0 &= -0°098 \\ d\gamma &= -0°0311 \\ 100\delta &= +0·1400 \\ dB &= -0°097 \\ db &= -0°005 \\ dA &= +0·336 \end{aligned}$$

Der neue Werth von b zeigt genau dieselbe Eigenschaft wie früher. Aus den damals angeführten Gründen lasse ich es auch jetzt fort, so dass also die neue Formel wird:

$$p = 145°074 - 0°523t + 0°001400 t^2 - 2°040 \sin 20° t + 0°100 \cos 20° t. \qquad \text{(III)}$$

Diese Formel stimmt, bis auf die neu hinzugefügten Glieder, beinahe vollkommen mit der ersten (I) aus uncorrigirten und provisorisch reducirten Jahresmitteln gewonnenen überein. Die Vergleichung der Formel III mit den Beobachtungen habe ich bereits in der obigen Tabelle (p. 214) mit aufgenommen. Die Übereinstimmung lässt vielleicht noch zu wünschen übrig, indem bei 25 positiven und 24 negativen Vorzeichen nur 16 Zeichenwechsel erscheinen. Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit, also einer mit zwei Struve'schen Abenden gleich genauen Beobachtungen ist ±1°34 oder ein Struve'scher Abend hat den mittl. Fehler ±1°90. Gegen die Grösse dieses mittl. Fehlers wird sich aus den öfter schon auseinandergesetzten Gründen auch hier nichts einwenden lassen. Was nun die schlechte Vertheilung der Vorzeichen betrifft, so bleibt, wie es scheint, nichts Anderes übrig, als dieselbe durch die Unmöglichkeit, die systematischen Fehler vollständig zu beseitigen und die relativen Gewichte der Beobachtungen verschiedener Astronomen genügend genau zu bestimmen, zu erklären.

Ich glaube aber, dass Eines durch die Darstellung mit Evidenz hervorgeht, das ist die periodische Veränderung des Positionswinkels innerhalb einer Zeitraumes, der sich nur um Bruchtheile eines Jahres von 18 Jahren unterscheiden kann, und demzufolge scheint die Hypothese, dass der Stern sich um einen dunklen

Begleiter in nahe gleichförmiger Weise dreht, so wahrscheinlich gemacht zu sein, als es für jetzt zu erwarten war.

Die Möglichkeit, dass die Formel (III) bei weiteren Untersuchungen über die Bewegung von ζ Cancri als Ausgangspunkt dienen könne, veranlasst mich, die betreffende Ephemeride hierher zu setzen.

	p		p		p		p		p		p
1820·0	160·20	1831·0	156·31	1841·0	149·79	1851·0	143·95	1861·0	140·72	1871·0	133·00
21·0	160·03	32·0	155·03	42·0	149·95	52·0	142·80	62·0	140·71	72·0	132·36
22·0	160·02	33·0	153·76	43·0	150·03	53·0	141·80	63·0	140·51	73·0	131·77
23·0	160·11	34·0	152·56	44·0	149·97	54·0	141·01	64·0	140·06	74·0	131·52
24·0	160·22	35·0	151·52	45·0	149·72	55·0	140·48	65·0	139·37	75·0	131·50
25·0	160·25	36·0	150·68	46·0	149·21	56·0	140·17	66·0	138·45	76·0	131·64
26·0	160·14	37·0	150·09	47·0	148·47	57·0	140·10	67·0	137·38	77·0	131·88
27·0	159·83	38·0	149·73	48·0	147·51	58·0	140·19	68·0	136·21	78·0	132·14
28·0	159·28	39·0	149·61	49·0	146·39	59·0	140·38	69·0	135·05	79·0	132·32
29·0	158·49	40·0	149·65	50·0	145·17	60·0	140·59	70·0	133·94	80·0	132·36
30·0	157·47										

§. 13.

Wird die Hypothese, dass sich der Stern C um einen dunklen Begleiter in einer Kreisbahn bewegt, acceptirt, so ist durch den gefundenen periodischen Theil in der Bewegung des Positionswinkels auch sofort das periodische Glied, welches in Distanz erscheint, gegeben. Dem ersteren:

$$-2^\circ 040 \sin 20^\circ\, t + 0^\circ 100 \cos 20^\circ\, t$$

entspricht nach p. 215 ein Glied in der Distanz, das sich, wenn ρ_0 constant zu 5'610 angenommen wird, so gestaltet:

$$\rho = \rho_0 + 0'196 \cos 20^\circ\, t + 0'010 \sin 20^\circ\, t\,,$$

und zwar wird das Vorzeichen der periodischen Glieder, welches die Theorie unbestimmt lässt, sofort nach dem ersten Blick auf die vorliegenden Distanzmessungen festgestellt werden können.

Es wurden nun, in ganz ähnlicher Verfahrungsweise wie bei den Positionswinkeln, die mit provisorischen Reductionselementen berechneten Distanzmessungen in Jahresmittel vereinigt. An diese habe ich die angeführten periodischen Glieder mit umgekehrtem Zeichen angebracht und also, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass ρ_0 constant und nicht viel von 5'61 verschieden ist, für jedes Jahresmittel das betreffende ρ berechnet. Es wird sich nun herausstellen, dass diese Annahme nicht gerechtfertigt ist, sondern, dass auch die Distanz ρ_0 als mit der Zeit veränderlich angenommen werden muss.

Es wird, da diese Rechnungen nur als Zwischenstation zu betrachten sind, überflüssig sein, die provisorischen Jahresmittel und die einzelnen Reductionen auf ρ_0 mitzutheilen. Vielmehr wird es genügen, bereits die Mittelwerthe, wie sie sich aus passend gewählten Gruppen ergeben, zu erwähnen. Es wurde gefunden:

	ρ_0	g	$\sqrt{g}$		ρ_0	g	$\sqrt{g}$		ρ_0	g	$\sqrt{g}$
1825·73	5'712	6	2	1848·78	5'472	16	4	1866·28	5'588	20	4
31·80	5·714	10	3	53·08	5·574	9	3	70·39	5·623	12	3
35·00	5·823	7	3	56·56	5·615	20	4	73·48	5·681	14	4
41·02	5·633	14	4	60·58	5·676	10	3	76·24	5·742	13	4
44·50	5·569	10	3	63·28	5·557	8	3	78·68	5·628	11	3

Dass hier eine Abhängigkeit von ρ von der Zeit vorhanden ist, bemerkt man sofort auch lässt sich ohne Weiteres vermuthen, dass diese Abhängigkeit durch ein der Zeit proportionales Glied allein nicht dargestellt werden kann, dass dieses aber durch einen quadratischen Ausdruck möglich sein dürfte. Ich versuche desshalb den Ansatz:

$$\rho = 5'61 + a + bt + ct^2$$

und die Bedingungsgleichungen für die Auflösung dieser Aufgabe werden:

2 a	−2·42 (20b)	+2·94 (400c) =	+0·20	3 a	+1·59 (20b)	+0·84 (400c) =	+0·20
3	−2·73	+2·48	+0·31	3	+1·98	+1·32	−0·16
3	−2·25	+1·68	+0·64	4	+3·24	+2·64	−0·09
4	−1·80	+0·84	+0·09	3	+3·06	+3·12	+0·04
3	−0·81	+0·24	−0·13	4	+4·68	+5·40	+0·28
4	−0·24	+0·02	−0·55	4	+5·24	+6·88	+0·53
3	+0·45	+0·06	−0·11	3	+4·29	+6·18	+0·05
4	+1·32	+0·44	+0·02				

Daraus findet man die Normalgleichungen:

+172·00 a	+ 61·66 (20eb)	+118·52 (400c) =	+4·04
+ 61·66	+118·34	+ 91·12	+1·41
+118·52	+ 91·12	+152·40	+7·78

deren Auflösung ergibt:

$$a = -0{,}''032$$
$$b = -0{\cdot}00277$$
$$c = +0{\cdot}0002719.$$

Es stellt sich also der Ausdruck für ρ_0 jetzt so:

$$\rho_0 = 5''578 - 0''0277\left(\frac{t}{10}\right) + 0''02719\left(\frac{t}{10}\right)^2 \qquad \text{(A)}$$

Die Formel (A) in Verbindung mit:

$$\rho = \rho_0 + \frac{\rho_0}{5''610}\,(0''196 \cos 20°\, t + 0''010 \sin 20°\, t)$$

gibt also die Distanzen des Sternes C, von der Mitte $\frac{A+B}{2}$ aus gemessen.

Die Berechnung von ρ scheint demnach etwas verwickelt zu sein; man wird sie aber in Wirklichkeit durch — dem geübten Rechner — wohlbekannte Kunstgriffe recht bequem dadurch gestalten, dass man zuerst ρ_0 in der zweiten Formel constant $= 5''610$ setzt und dann die Correction, welche in Folge der falschen Annahme über ρ_0 zu machen ist, berechnet. Diese letztere Berechnung ist dann, weil sie sich nur auf kleine Zahlen bezieht, stets im Kopfe ausführbar. Die Ephemeride, welche sich auf diese Weise für die Distanzen ergibt, ist folgende:

	ρ		ρ		ρ		ρ		ρ		ρ
1820·0	5''810	1830·0	5''897	1840·0	5''454	1850.0	5''784	1860·0	5''393	1870·0	5''794
21·0	5·767	31·0	5·925	41·0	5·431	51·0	5·771	61·0	5·417	71·0	5·750
22·0	5·682	32·0	5·916	42·0	5·432	52·0	5·736	62·0	5·476	72·0	5·693
23·0	5·650	33·0	5·904	43·0	5·455	53·0	5·681	63·0	5·544	73·0	5·632
24·0	5·644	34·0	5·857	44·0	5·498	54·0	5·615	64·0	5·618	74·0	5·577
25·0	5·657	35·0	5·792	45·0	5·555	55·0	5·546	65·0	5·690	75 0	5·534
26·0	5·690	36·0	5·697	46·0	5·620	56·0	5·481	66 0	5·753	76·0	5·508
27·0	5 741	37·0	5·634	47·0	5·682	57·0	5·430	67·0	5·800	77·0	5·506
28·0	5·799	38·0	5·559	48·0	5·735	58·0	5·392	68·0	5·824	78·0	5·525
29·0	5·852	39·0	5·491	49·0	5·772	59·0	5·383	69·0	5·820	79·0	5 568
30·0	5·897	40·0	5 454	50·0	5·784	60·0	5·393	70·0	5·794	80·0	5·631

Die Vergleichung dieser Ephemeride mit den provisorischen Beobachtungsmitteln setze ich hier her, ebenso wie eine zweite Vergleichung, die aus einer gleich mitzutheilenden Rechnung hervorgeht.

	g		$\frac{B-R}{A}$	$\frac{B-R}{B}$
1821·98	2	5″564	—0″168	—0″079
26·22	2	5·655	—0·046	—0·014
28·99	2	5·757	—0·094	—0·050
31·27	4	5·892	—0·030	+0·016
32·22	6	5·919	+0·006	+0·042
33·25	2	6·003	+0·112	+0·148
35·31	3	5·894	+0·131	+0·142
36·27	2	5·828	+0·148	+0·140
40·25	7	5·421	—0·028	—0·054
41·07	3	5·448	+0·017	—0·014
42·32	4	5·484	+0·045	+0·014
43·29	4	5·536	+0·068	+0·041
44·28	2	5·502	—0·013	—0·033
45·37	2	5·448	—0·131	—0·145
46·26	2	5·544	—0·092	—0·099
47·33	2	5·612	—0·087	—0·089
48·24	7	5·643	—0·100	—0·096
49·32	4	5·670	—0·106	—0·087
50·29	3	5·646	—0·130	—0·126
51·28	3	5·839	+0·078	+0·083
52·32	3	5·631	—0·088	—0·088
53·29	2	5·615	—0·055	—0·055
54·07	1	5·602	—0·008	—0·022
1855·22	7	5″578	+0″046	+0″024
56·32	4	5·521	+0·056	+0·029
57·31	5	5·521	+0·103	+0·069
58·19	4	5·390	0	—0·038
59·30	2	5·476	+0·090	+0·055
60·27	3	5·464	+0·064	+0·030
61·27	5	5·570	+0·137	+0·106
62·33	1	5·338	—0·161	—0·176
63·06	5	5·684	+0·100	+0·128
64·30	2	5·319	—0·321	—0·314
65·28	8	5·738	+0·030	+0·046
66·51	9	5·796	+0·019	+0·045
68·25	3	5·745	—0·078	—0·041
69·35	3	5·621	—0·190	—0·152
70·45	6	5·766	—0·008	+0·033
71·30	3	5·661	—0·072	—0·041
72·53	6	5·667	—0·005	+0·032
73·27	2	5·447	—0·171	—0·149
74·51	6	5·607	+0·052	+0·071
75·30	5	5·649	+0·123	+0·142
76·83	8	5·497	—0·009	+0·012
78·24	7	5·491	—0·045	—0·015
79·45	4	5·439	—0·157	—0·114

Mit der Übereinstimmung, welche die Formel liefert, wird man sich noch nicht begnügen dürfen. Indessen ist die Vertheilung der Fehler schon derart, dass man von einer neuen Ausgleichung eine bessere Übereinstimmung wird erwarten dürfen, wenn dieselbe mit den provisorischen Jahresmitteln überhaupt zu erreichen ist.

Die folgende Rechnung ist nun insoferne wieder nicht ganz genau, als auch jetzt noch in dem Ansatze:

$$d\rho = a + bt + ct^2$$

die Coëfficienten a, b und c als constant betrachtet werden; indessen wird diese Vernachlässigung nicht viel zu bedeuten haben, da diese neuen Correctionen voraussichtlich klein sein werden, und es thatsächlich, wie das Folgende zeigen wird, auch sind.

Ich habe übrigens hauptsächlich aus einem anderen Grunde die Ausgleichung von Neuem durchgeführt. Ich hatte es bereits als eine sehr wichtige Bestätigung der Hypothese, dass sich C um einen dunklen Begleiter bewegt, bezeichnet, dass sich die periodischen Veränderungen, deren Elemente aus den Positionswinkeln hervorgegangen sind, auch in den Distanzen zeigen und durch die berechneten dargestellt werden müssen. Betrachtet man aber die Fehlerreihe, welche die Formel A übrig lässt, so ist in diesen durchaus nichts von einer Periode von 18 Jahren zu bemerken. Es scheint diese also den Beobachtungen vollständig zu genügen. Um aber diesen wichtigen Punkt noch klarer zu stellen, habe ich die übrigbleibenden Fehler (A) durch die Formel:

$$\Delta = a + bt + ct^2 + d\cos(20^\circ t)$$

darzustellen gesucht, indem der früher für das Sinusglied angegebene Zahlencoëfficient sehr klein ist und bei dieser Untersuchung wohl vernachlässigt werden darf. Ergibt sich dann für d ein Werth, der dem aus den Positionswinkeln berechneten nahe genug ist, so erhält man demnach durch diese Rechnung eine neue und wichtige Stütze für die gemachte Hypothese.

Die Fehler A wurden, wie dies durch Striche in der obigen Tabelle angezeigt ist, in Mittelwerthe vereinigt und diesen Mittelwerthen gleiches Gewicht gegeben, da diese Vereinfachung nicht weit von der Wahrheit entfernt liegt.

Es wurden also folgende Fehler durch die obige Formel ausgeglichen:

1825·73	—0"103	1848·78	—0"107	1866·28	+0"009
31·80	—0·008	52·38	—0·016	70·39	—0·070
35·00	+0·130	56·56	+0·053	73·41	—0·004
41·02	+0·003	60·58	+0·106	76·24	+0·042
44·52	—0·020	63·28	—0·038	78·68	—0·086

Die betreffenden Normalgleichungen sind dann:

$$\begin{array}{lllll}
+15\cdot000a & +\ 3\cdot732(20b) & +10\cdot841(400c) & -1\cdot347d & =-0\cdot109 \\
+\ 3\cdot732 & +10\cdot841 & +\ 5\cdot813 & -2\cdot558 & =-0\cdot045 \\
+10\cdot841 & +\ 5\cdot813 & +14\cdot099 & -3\cdot282 & =-0\cdot249 \\
-\ 1\cdot347 & -\ 2\cdot558 & -\ 3\cdot282 & +8\cdot287 & =-0\cdot115.
\end{array}$$

Und ihre Auflösung ergibt:

$$\begin{aligned}
a &= +0''0172 \\
10b &= +0''00238 \\
100c &= -0''00965 \\
d &= -0''025
\end{aligned}$$

Es ist also der Formel A die Correction hinzuzufügen:

$$d\rho = +0''0172 + 0''00238\left(\frac{t}{10}\right) - 0''00965\left(\frac{t}{10}\right)^2 - 0''025\cos 20°\, t.$$

Wie man sieht, ist also der Coëfficient von $\cos 20°\, t$ in der That sehr klein, und der den Positionswinkeln am besten genügende Coëfficient ist sehr nahe derjenige, welcher auch den Distanzen am besten Genüge leistet. Man erhält demnach jetzt die neue Formel für die Distanzen:

$$\rho = 5''595 - 0''0253\left(\frac{t}{10}\right) + 0''01754\left(\frac{t}{10}\right)^2 + (0''171\cos 20°\, t + 0''010\sin 20°\, t)\frac{\rho}{5''610}. \qquad \text{(B)}$$

Mit dieser Formel nun wurden die Beobachtungen verglichen, und zwar mit Hilfe der nachfolgenden Ephemeride.

	ρ		ρ		ρ		ρ		ρ		ρ
1820·0	5"748	1830·0	5"849	1840·0	5"481	1850·0	5"775	1860·0	5"427	1870·0	5"757
21·0	5·686	31·0	5·875	41·0	5·462	51·0	5·764	61·0	5·453	71·0	5·718
22·0	5·642	32·0	5·881	42·0	5·463	52·0	5·734	62·0	5·495	72·0	5·664
23·0	5·617	33·0	5·864	43·0	5·484	53·0	5·688	63·0	5·552	73·0	5·610
24·0	5·613	34·0	5·827	44·0	5·521	54·0	5·628	64·0	5·614	74·0	5·557
25·0	5·629	35·0	5·773	45·0	5·572	55·0	5·567	65·0	5·677	75·0	5·515
26·0	5·659	36·0	5·706	46·0	5·628	56·0	5·507	66·0	5·731	76·0	5·490
27·0	5·706	37·0	5·638	47·0	5·685	57·0	5·461	67·0	5·770	77·0	5·484
28·0	5·756	38·0	5·573	48·0	5·732	58·0	5·461	68·0	5·787	78·0	5·498
29·0	5·808	39·0	5·518	49·0	5·763	59·0	5·418	69·0	5·782	79·0	5·532
30·0	5·849	40·0	5·481	50·0	5·775	60·0	5·427	70·0	5·757	80·0	5·581

Mit dieser Ephemeride wurden nun zunächst die Jahresmittel (p. 224) verglichen. Die dort unter B angeführten Fehler zeigen, dass sich in der That die Formel B schon so gut den Beobachtungen anschliesst, dass man damit die Rechnungen abschliessen darf. Indessen werden vorher auch hier die constanten Messungsfehler, so gut das eben angeht, zu ermitteln sein. Es geschieht das in folgenden Paragraphen gleichzeitig mit der Untersuchung der Positionswinkel. Vorerst führe ich die corrigirten, also für diese Arbeit definitiven Jahresmittel und ihre Vergleichung mit Formel B an.

	g	Beob.	Rechn. nach *B*	*B—R*	ang. *g*		*g*	Beob.	Rechn. nach *B*	*B—R*	ang. *g*
1821·98 [2]	6	5'564	5'643	—0'079	1	1855·22	73	5'573	5'554	+0'019	7
26·22 [2]	15	5·578	5·669	—0·091	2	56·32	37	5·471	5·492	—0·021	4
28·99 [2]	15	5·679	5·807	—0·128	2	57·29	51	5·545	5·452	+0·093	5
31·27	34	5·825	5·877	—0·052	3	58·19	35	5·361	5·429	—0·068	4
32·20	52	5·905	5·878	+0·027	5	59·30 [1]	20	5·526	5·421	+0·105	2
33·27	15	5·925	5·857	+0·068	2	60·27 [1]	25	5·514	5·434	+0·080	3
35·31 [2]	25	5·816	5·752	+0·064	3	61·27	42	5·582	5·464	+0·118	4
36·27 [2]	15	5·750	5·688	+0·062	2	62·33 [1]	10	5·388	5·514	—0·126	1
40·26	49	5·440	5·476	—0·036	5	63·06	48	5·626	5·556	+0·070	5
41·07	24	5·458	5·462	—0·004	2	64·30 [1]	15	5·369	5·633	—0·264	2
42·31	32	5·498	5·470	+0·028	3	65·28	65	5·699	5·692	+0·007	7
43·29	35	5·539	5·495	+0·044	4	66·53	86	5·747	5·752	—0·005	9
44·28	20	5·552	5·535	+0·017	2	68·24	30	5·720	5·786	—0·066	3
45·31	15	5·498	5·589	—0·091	2	69·34	19	5·643	5·773	—0·130	2
46·26	17	5·588	5·643	—0·055	2	70·52	53	5·755	5·732	+0·023	5
47·33 [1]	20	5·662	5·701	—0·039	2	71·31	21	5·681	5·701	—0·020	2
48·23 [1]	59	5·614	5·739	—0·125	6	72·54	54	5·637	5·635	+0·002	5
49·32 [1]	40	5·720	5·767	—0·047	4	73·28 [1]	15	5·497	5·595	—0·098	2
50·29 [1]	30	5·696	5·772	—0·076	3	74·54	58	5·582	5·534	+0·048	6
51·28 [1]	30	5·889	5·756	+0·133	3	75·29	35	5·643	5·508	+0·135	4
52·32	25	5·671	5·719	—0·048	3	76·89	72	5·492	5·485	+0·007	7
53·29	23	5·660	5·670	—0·010	2	78·23	65	5·489	5·506	—0·017	7
54·07	4	5·612	5·624	—0·012	0	79·45	36	5·480	5·554	—0·074	4

Unter den übrigbleibenden Fehlern zähle ich 20 positive, 26 negative und 22 Zeichenwechsel. Die mittlere Abweichung für die Gewichtseinheit ergibt sich zu $\pm 0\text{'}135$, also der mittlere Fehler einer Distanzmessung von derselben Genauigkeit wie ein Struve'sches Abendmittel: $\pm 0\text{'}191$.

Die Vertheilung der Vorzeichen lässt nichts zu wünschen übrig und selbst die kleineren Abweichungen von einer zufälligen Vertheilung werden plausibel, wenn man bedenkt, dass einige von den obigen Jahresmitteln nur auf den Messungen eines Beobachters beruhen. So sind die mit [1] bezeichneten nur aus Beobachtungen von O·Σ., die mit [2] bezeichneten nur aus solchen von W. Σ. zusammengesetzt.

Auf diese Weise kann z. B. die kleine Anhäufung der negativen Zeichen in den Jahren 1846—51 plausibel erklärt werden durch eine systematische Correction, welche die O·Σ.'schen Beobachtungen, bei der in dieser Zeit stattfindenden Lage der beiden Sterne *A* und *B*, erfordern.

Im Allgemeinen ist also das Resultat, was die Distanzen betrifft, ein vollständig zufriedenstellendes; es haben diese nicht nur das aus den Positionswinkeln erhaltene Resultat vollkommen bestätigt, sondern mit Hilfe desselben eine Darstellung gefunden, die ich fast als eine überraschend gute bezeichnen möchte.

Wir dürfen desshalb behaupten, dass die Hypothese, der Stern *C* bewege sich um einen dunklen Begleiter, durch die vorhergehende Untersuchung so vollkommen gestützt worden ist, als wir es nur immer erwarten konnten. An dem Vorhandensein von Gliedern, welche in 18 Jahren sich periodisch verändern, ist sowohl in Positionswinkel als auch in Distanz nicht zu zweifeln, und erscheint sowohl die Amplitude als auch die Dauer der Periode sehr sicher bestimmt. Was die Erklärung dieser periodischen Veränderungen betrifft, so wird sie einzig und allein durch die erwähnte Hypothese geleistet, während die einzige andere noch discutable Annahme, dass jene periodische Veränderung ein Überrest systematischer Fehler ist, sich als höchst unwahrscheinlich herausgestellt hat, weil die Dauer der Periode damit nicht vereinbar ist, und weil es ferner ein merkwürdiges Spiel des Zufalls wäre, wenn die systematischen Fehler in Distanz und Positionswinkel so genau den analytischen Bedingungen genügen würden, wie sie aus jener Hypothese hervorgehen, und wie sie sich in dem Vorhergehenden herausgestellt haben.

Nehmen wir also wirklich an, dass der Stern einen dunklen Begleiter hat, so erhält das vorliegende Störungsproblem dadurch eine neue Complication, wenn es in aller Strenge verfolgt werden soll. Indessen wird dies in Wirklichkeit kaum nöthig sein. Jedenfalls ist der dunkle Begleiter in grosser Nähe vom Sterne *C* zu

suchen. Dann wird aber der nun als Doppelstern zu betrachtende Stern C auf A und B näherungsweise so einwirken, als ob seine und des dunklen Begleiters Masse im Schwerpunkt beider, also in dem Mittelpunkte der betrachteten Kreisbewegung, vereinigt wäre. Man hat demgemäss, wenigstens wird dies genügen, auch dürfte eine andere Behandlungsweise nicht leicht durchführbar sein, in den Formeln III) und B die periodischen Glieder fortzulassen, und den übrigbleibenden Ausdruck für die Bewegung der störenden Masse (welche in der den Stern B betreffenden Untersuchung mit C bezeichnet worden ist) anzunehmen. Der aus der Berechnung hervorgegangene Massenwerth gehört demnach dem erwähnten Schwerpunkte an, er ist also gleich der Summe der Massen des Sternes C und seines dunklen Begleiters.

Lässt man die periodischen Glieder in den Formeln III) (p. 221) und B) (p. 225) fort, so hat man:

$$p = 145°074 - 0°523\,t + 0°001400\,t^2$$
$$\rho = 5''595 - 0''0253\left(\frac{t}{10}\right) + 0''01754\,t^2.$$

Ich hatte für die Störungsrechnungen angenommen (§. 4):

$$p = 145°20 - 0°53\,t$$
$$\rho = 5''55,$$

Werthe, die für die dort verfolgten Zwecke ausreichend sein dürften.

§. 14.

Die Beobachtungen von *C*.

Ich habe noch zum Schlusse die gebrauchten Beobachtungen in analoger Weise mitzutheilen, wie dies bei dem Sterne B geschehen ist. Es wird auch im Einzelnen so vorgegangen werden, wie früher. Zuerst also werden die provisorischen Correctionen, welche benutzt worden sind zur Bildung der Jahresmittel auf p. 220 und 224, erwähnt. Diese beruhen zum grössten Theile auf den von O. Σ. ausgeführten Vergleichungen. Daraus wird die constante Correction, so gut dies geht, abgeleitet und zwar für die Positionswinkel durch Vergleichung mit Formel II) p. 219, für die Distanzen mit Hilfe von B, p. 225.

C wurde von den verschiedenen Beobachtern auf verschiedene Weise gemessen. Während es z. B. von W. Σ., S., D. mit dem Sterne A verglichen wurde, wurde es von Δ. und den meisten neueren Beobachtern auf die Mitte $\frac{A+B}{2}$ bezogen, während O.Σ, ausser diesen Vergleichungen, auch noch solche mit dem Sterne B ausgeführt hat. Im Folgenden sind nun gleich die, nach der Hilfstafel p. 222, auf die Mitte $\frac{A+B}{2}$ reducirten Beobachtungsresultate, und zwar für jeden Beobachter zu Jahresmitteln zusammengezogen und mit den provisorischen Correctionen versehen, als Ausgangspunkt gewählt worden.

1. W. Struve.

Provisorische Correction im Positionswinkel 0°00, in Distanz +0''224.

	g	p	ρ	Corr.		corr. Werthe	
1821·98	3	160°03	5''564	—	—	160°03	5''564
26·22	3	159·59	5·655	−0°68	+0''014	160·55	5·578
28·99	3	156·15	5·757	+1·52	+0·050	157·11	5·679
31·27	6	153·21	5·895	+1·97	−0·022	154·17	5·817
32·28	4	153·18	6·033	+0·98	−0·149	154·14	5·955
33·27	3	152·12	6·003	+0·46	−0·146	153·08	5·925
35·31	5	149·80	5·894	+0·54	−0·142	150·76	5·816
36·27	3	148·40	5·828	+1·21	−0·140	149·36	5·750

Corr. im Positionswinkel +0°96 ±0·32; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°68
„ in Distanz −0''078 ±0''033 „ „ „ „ ±0''170.

dd*

Die erste Beobachtung wurde bei der Ableitung der Correction nicht berücksichtigt, weil sie bekanntlich mit einem viel kleineren Instrumente gemacht worden ist. Auch wurde bei ihr einem Abende nur das Gewicht 2 gegeben, während, wie noch erwähnt werden wird, die anderen Abende das Gewicht 5 erhielten.

2. Otto Struve.

Auch hier habe ich die von mir ausgeführte Berechnung des umfangreichen Beobachtungsmateriales zu Grunde gelegt, und alle Beobachtungen auf die Mitte $\frac{A+B}{2}$ bezogen. Die Beobachtungen vom Jahre 1875 an, welche ich einer brieflichen Mittheilung des Herrn Beobachters verdanke, sind ebenfalls im Anhange mitgetheilt.[1]

	g	p	ρ	Corr.		corr. Werthe	
1840·30	7	149°60	5"353	−0°41	+0"122	149°21	5"403
42·29	4	149·13	5·394	+0·69	+0·075	148.74	5·444
43·30	3	151·68	5·411	−1·65	+0·084	151·29	5·461
44·28	7,4	151·18	5·502	−1·14	+0·033	150·79	5·552
45·31	5,3	151·49	5·448	−1·69	+0·141	151·10	5·498
46·29	3	150·58	5·567	−1·38	+0·078	150·19	5·617
47·33	5,4	149·70	5·612	−1·21	+0·089	149·31	5·662
48·30	10,7	147·90	5·651	−0·41	+0·090	147·51	5·701
49·32	8	146·86	5·670	−0·47	+0·097	146·47	5·720
50·29	6	146·71	5·646	−1·72	+0·126	146·32	5·696
51·28	6	143·79	5·839	+0·21	−0·083	143·40	5·889
52·32	4	142.58	5·668	−0·11	+0·051	142·19	5·718
53·30	4	140·31	5·601	+1·19	+0·049	139·92	5·651
55·31	6	140·19	5·589	−0·22	−0·041	139·80	5·639
57·27	6	139·18	5·527	+0·92	−0·074	138·79	5·577
58·28	2	140·02	5·540	+0·31	−0·113	139·63	5·590
59·30	4	141·65	5·476	−1·00	−0·055	141·26	5·526
60·27	5	141·36	5·464	−0·41	−0·029	140·97	5·514
61·27	6	141·56	5·472	−0·49	−0·008	141·17	5·522
62·33	2	140·33	5·338	+0·85	+0·176	139·94	5·388
64·30	3	140·41	5·319	+0·04	+0·314	140·02	5·369
66·27	2,1	136·98	5·610	+1·68	+0·132	136·59	5·660
68·28	4,2	134·96	5·735	+1·18	+0·051	134·57	5·785
69·32	2	135·80	5·685	−1·02	+0·089	135·41	5·735
70·28	8,4	133.68	2·743	−0·03	+0·003	133·29	5·793
71·32	3	133·67	5·643	−1·26	+0·058	133·28	5·693
72·31	3	132·90	5·683	−1·03	−0·036	132·51	5·733
73·28	3	134·37	5·447	−2·97	+0·148	133·98	5·497
74·28	3	132·63	5·500	−1·43	+0·045	132·24	5·550
75·28	3	132·27	5·643	−1·03	−0·135	131·88	5·693
76·29	2	132·10	5·420	−0·63	+0·068	131·71	5·470
77·27	6	130·97	5·450	+0·81	+0·038	130·58	5·500
78·29	6	132·17	5·369	−0·07	+0·139	131·78	5·419
79·29	6	132·48	5·455	−0·17	+0·091	132·09	5·505

Corr. im Positionswinkel −0°39 ±0°16; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°93
" in Distanz +0"050 ±0"015 " " " " ±0"175.

Dass bei O. Σ. Beeinflussungen, welche von der gegenseitigen Lage der beiden Sterne *A* und *B* herrühren, stattgefunden haben, ersieht man aus dem sich zeigenden Gang in den gefundenen Correctionen. Struve hat, wie schon erwähnt, *C* sowohl mit den Sternen *A* und *B*, als auch mit der Mitte $\frac{A+B}{2}$, verglichen.

---

[1] Zu bemerken ist noch, dass ich bei der Reduction der Beobachtungen vor 1843·0 das constante Glied, welches fraglich ist, mitgenommen habe.

Sammelt man die betreffenden gleichzeitigen Beobachtungen und reducirt man alle auf die Mittte $\frac{A+B}{2}$, so ergibt sich:

	aus A		aus B		direct $\frac{A+B}{2}$
1844·28	151°12	—	151°25	—	
45·31	151·91	—	151·07	—	
48·30	147·97	5"625	147·82	5"717	
49·32	146·54	5·583	147·17	5·757	
50·29	146·91	5·553	146·51	5·738	
51·28	143·71	5·706	143·87	5·972	
52·32	143·10	5·572	142·05	5·764	
53·30	140·54	5·543	140·07	5·658	
55·31	140·28	5·517	140·09	5·660	
57·27	139·07	5·478	139·28	5·576	
58·28	140·09	5·455	139·95	5·624	
1859·30	141°81	5"464	141°48	5"487	
60·27	140·75	5·427	141·77	5·488	
61·27	141·41	5·463	141·70	5·480	
62·33	140·44	5·231	140·21	5·444	
64·30	139·82	5·280	140·31	5·187	141°10
66·27	136·91	—	137·05	—	
68·28	134·29	—	135·62	—	
70·28	133·69	—	133·66	—	
77·27	130·97	5·456	130·96	5·443	
78·29	132·53	5·342	131·81	5·395	
79·29	132·81	5·375	132·14	5·535	

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass zwischen den von B aus und den von A aus gemessenen Positionswinkeln keine merkbare Differenz stattfindet. Man findet sie ohne Rücksicht auf die gar nicht mitgetheilten Gewichte, im Sinne $A-B$ zu $+0°04$.

Dagegen ist in Distanz $A-B = -0"106$ und dieser Unterschied ist so ausgesprochen, dass von 17 Differenzen 15 negativ sind. Diese Differenz ist geeignet zu zeigen, durch welche merkwürdigen Fehler die Ausmessung eines dreifachen Sternsystemes beeinflusst werden kann. Es wäre vielleicht besser gewesen, wenn die constanten Fehler in den O.Σ.'schen Distanzen getrennt für die beiden Messungsmethoden durch die directe Vergleichung mit der Formel abgeleitet worden wäre. In dem corrigirten Jahresmittel wäre aber dadurch kaum ein Unterschied eingetreten.

3. Dawes.

Provis. Corr.: Positionswinkel 0°0, Distanz in den beiden ersten Perioden +0"011, 3. Periode +0"076.

	g	p	ρ	Corr.		corr. Werthe	
1831·30	1	154°91	5"873	+0°23	+0"004	155°20	5"883
32·18	5	153·43	5·887	+0·56	−0·010	153·72	5·897
41·07	6	149·00	5·448	+0·12	+0·014	149·29	5·458
43·22	2	149·75	5·444	+0·27	+0·048	150·04	5·454
48·14	6	147·51	5·478	+0·17	(+0·258)	147·80	5·488
54·07	1	140·00	5·602	+0·86	+0·022	140·29	5·612

Corr. im Positionswinkel +0°29 ±0°10; mittl. F. der Gewichtseinheit ±0°43
„ in Distanz +0"010 ±0"060 „ „ „ „ ±0"27.

Der mittl. F. der Gewichtseinheit in Distanz ist zweifelhaft. Ich habe nämlich den eingeklammerten Werth bei der Bildung des Mittels: +0"010 ausgeschlossen, bei der Bildung des betreffenden mittl. F. aber wieder benutzt, ein Verfahren, welches allerdings willkürlich ist. Indessen scheint sich ohnehin mit Sicherheit nur herauszustellen, dass die Distanzen von Dawes, wenn überhaupt, dann jedenfalls eine sehr kleine positive Correction erfordern.

4. Secchi.

Provis. Corr.: −0°60, +0"138.

Aus der Curve, welche O. Σ. für die Abweichungen der Secchi'schen Beobachtungen von den seinigen angibt, habe ich diese Correctionen nicht direct entnommen, sondern wenigstens für die Distanzen eine neue Formel abgeleitet, welche für die an Secchi anzubringenden Correctionen ergab:

4"5	+0"121
5·0	+0·132
5·5	+0·144
6·0	+0·157.

Das Mittel aus diesen vier Werthen wurde einfach als provisorische Correction betrachtet.

	g	*p*	*ρ*	Corr.		corr. Werthe	
1855·19	3	139°73	5″526	+0°55	+0″029	140°11	5″492
57·29	4	140·60	5·541	−0·49	−0·089	140·98	5·507
65·23	2	139·11	5·693	+0·62	−0·004	139·49	5·659
66·29	2	137·01	5·788	+1·63	−0·046	137·39	5·754

Corr. im Positionswinkel +0°38 ±0°33; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°08
„ in Distanz −0″034 ±0″028 „ „ „ „ ±0″094.

5. Dembowski.

Es sind auch bei dem Sterne *C* der beiden Perioden, welche sich durch die angewandten instrumentalen Hilfsmitteln von einander so sehr unterscheiden, von einander zu trennen.

Provis. Corr. für die Zeit 1852—58 0°0 +0″139; von 1862 ab −0°90 +0″207.

	g	*p*	*ρ*	Corr.		corr. Werthe	
1855·11	5	140°44	5″613	−0°13	−0″053	140°92	5″551
56·34	6	140·21	5·554	−0·15	−0·063	140·69	5.492
58·15	5	139·49	5·332	+0·80	+0·097	139·97	5.270
63·05	9	139·66	5·684	+1·40	−0·131	140·14	5.622
65·17	5	138·82	5·673	+0·97	+0·013	139·30	5.611
66·84	7	137·43	5·794	+0·57	−0·030	137·91	5.732
68·22	4	136·15	5·749	+0·07	−0·037	136·63	5.687
70·70	6	133·48	5·817	−0·26	−0·087	133·96	5.755
72·73	6	132·10	5·639	−0·47	−0·015	132·58	5.577
74·71	7	131·07	5·692	+0·12	−0·165	131·55	5.630
76·99	4	130·72	5·519	+0·66	−0·035	131·20	5.457
78·12	4	130·03	5·652	+2·00	−0·153	130·51	5.590

Corr. im Positionswinkel +0°48 ±0°21; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°74
„ in Distanz −0″062 ±0″021 „ „ „ „ ±0″174.

Es zeigt sich nämlich, dass nach Anbringung der provisorischen Correctionen die zwei genannten Perioden auseinanderzuhalten nicht mehr nothwendig ist.

Das letzte angeführte Jahresmittel verdanke ich einer brieflichen Mittheilung Dembowski's. Ich lasse die mitgetheilten Beobachtungen, ebenso wie ich es bei dem Sterne *B* gethan habe, folgen.

			$\frac{A+B}{2}$ . . *C*	
1877·835	8ʰ 14ᵐ	500	5″41	130°9
78·140	6 10	500	5·27	131·8
78·216	8 38	500	5·53	130·2
78·298	9 0	500	5·57	130·8

6. Dunér.

Provis. Corr.: −1°82, +0″187.

	g	*p*	*ρ*	Corr.		corr. Werthe	
1869·37	3	133°06	5″578	+1°68	+0″195	133°59	5″541
70·27	1	134·08	5·547	−0·41	+0·199	134·61	5·510
71·28	2	133·53	5·687	−0·99	+0·026	134·06	5·650
72·33	2	132·58	5·772	−0·72	−0·126	133·11	5·735
74·29	2	131·53	5·574	−0·33	−0·029	132·06	5·537
75·31	6	131·18	5·675	+0·07	−0·168	131·71	5·638
76·29	4	130·08	5·585	+1·37	−0·097	130·61	5·548
78·29	3	130·23	5·500	+1·88	+0·008	130·76	5·463

Corr. im Positionswinkel +0°53 ±0°38; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°84
„ in Distanz —0"037 ±0"048 „ „ „ „ ±0"228.

Die ermittelten Correctionen sind hier ganz unsicher und ein Gang in den Differenzen zu bemerken, der noch auf eine andere Fehlerquelle schliessen lässt.

Die letzten beiden Jahresmittel sind ebenfalls einer gütigen brieflichen Mittheilung des Herrn Beobachters entnommen, nämlich den Messungen:

	$\frac{A+B}{2}$ . . . C				$\frac{A+B}{2}$ . . . C	
1876·25	5"63	132°4		1878·27	5"64	132°4
·27	5·37	130·6		·28	5·35	131·5
·31	5·29	133·1		·31	4·95	132·2
·34	5·30	131·5				

7. Mädler.

		p	ρ	Corr.		Corr. Werthe.
1841·31	5,2	151°15	5"621	—1°64	—0"146	151°26
42·20	5	149·34	5·179	+0·45	+0·388	149·45
43·19	6	150·86	5·280	—0·84	+0·212	150·97
44·39	6	150·82	5·623	—0·75	—0·082	150·93
47·29	1	147·33	5·501	+1·19	+0·198	147·44
51·20	4,3	144·09	5·695	--0·29	+0·063	144·20
52·25	6	141·84	5·491	+0·70	+0·232	141·95
53·25	7,5	140·81	5·256	+0·72	+0·417	140·92
54·28	10	142·10	5·051	—0·36	+0·560	142·21
55·27	4	140·25	5·103	+0·01	+0·448	140·36
56·29	2	139·78	5·128	+0·28	+0·365	139·89
57·27	2	139·28	5·180	+0·78	+0·373	139·39
58·21	3	140·61	4·752	—0·31	+0·674	140·72
59·26	8,6	139·30	4·963	+1·34	+0·457	139·41
60·29	4	140·86	5·050	+0·09	+0·385	140·97
61·25	2	141·43	5·059	—0·27	+0·404	141·54
62·31	3	139·25	5·349	+1·93	+0·164	139·36

Corr. im Positionswinkel +0°11 ±0°22; mittl. F. der Gewichtseinheit ±1°91.

Die obigen Jahresmittel sind aus den einzelnen in den Dorpater Beobachtungen mitgetheilten Beobachtungen gebildet worden. Leider ist nicht immer deutlich genug angegeben, auf welchen Punkt der Stern C bezogen worden. Dass offenbare Missverständnisse in dieser Beziehung obgewaltet haben, ist mir sehr wahrscheinlich geworden, denn unter der Bezeichnung II, welche in den späteren Jahren ohne Frage Messungen enthalten, die den Ort von C in Bezug auf $\frac{A+B}{2}$ geben, ist es unter dieser Voraussetzung nicht möglich, einige der früheren Beobachtungen in Einklang zu bringen. Die Mädler'schen Angaben bei anderen Gelegenheiten geben auch keine Aufklärung. So gibt derselbe in Bd. XV der Dorpater Beobachtungen in seinen Zusammenstellungen ausdrücklich auf die Mitte reducirte Werthe. Diese beruhen aber auf einer durchaus unrichtigen Reduction, die mit keiner der verschiedenen möglichen Annahmen auch nur näherungsweise passt.

Die Distanzen stellen sich auf den ersten Blick als wenig zuverlässig dar. Abweichungen von 0"5 bis 0"7 sind keine Seltenheit. In den obigen Correctionen stellt sich diese geringe Genauigkeit der Distanzen auch dar; man kann aber kein gutes Bild davon erhalten, weil, wie gesagt, Unklarheit darüber herrscht, auf welchen Punkt sich die Messungen beziehen und zum Theil gerade dort, wo eine Verschiedenheit in der Annahme gerade auf die Distanzen stark einwirkt. Im Allgemeinen scheint die erforderliche Correction äusserst bedeutend zu sein, und zwar hat Mädler um einen Betrag zu klein gemessen, der wohl als sehr gross bezeichnet werden kann. Aus allen diesen Gründen habe ich die Mädler'schen Distanzen bei der Bildung der corrigirten

Jahresmittel ganz ausgeschlossen. Es wäre vielleicht auch besser gewesen, wenn ich dasselbe mit den Positionswinkeln gethan hätte.

Ausser diesen Messungen sind noch vereinzelte Bestimmungen von verschiedenen Beobachtern vorhanden. Ich habe die meisten uncorrigirt gelassen, nur für einige wenige Beobachter wurden Correctionen angesetzt, die von anderer Seite her gewonnen wurden. Es ist freilich zweifelhaft, ob diese eine wirkliche Verbesserung enthalten.

Mit denselben Hilfsmitteln, die bei dem Sterne *B* gebraucht wurden und in §. 8 ganz kurz angedeutet wurden, habe ich folgende Correctionen gefunden:

Auwers	—1°00	5"0	—0"008	
		5·5	+0·027	
		6·0	+0·052	
Bessel	0°0		—0"040	
Engelmann	—1°24	5"0	+0"203	
		5·5	+0·243	
		6·0	+0·268	
Kaiser	—0°60	5"0	+0"394	+0"357
		5·5	+0·429	+0·392
		6·0	+0·454	+0·417

wobei die zweite Correctionsreihe für die Distanzen sich auf Beobachtungen mit dem Airy'schen Doppelbildmikrometer, die erste auf solche mit dem Fadenmikrometer bezieht.

Ich führe nun diejenigen Beobachtungen an, die im Früheren nicht vorkommen, und die zur Bildung der Jahresmittel herangezogen worden sind, und bemerke, dass bei ihrer Sammlung ebenso wenig Vollständigkeit garantirt wird, wie bei den den Stern *B* betreffenden. Alle einzelnen Bestimmungen beruhen auf neu gebildeten Mittelwerthen und sind auf die Mitte $\frac{A+B}{2}$ bereits reducirt.

		p	Anzahl	g	ρ	Anzahl	g
W. Herschel	1781·89	181°73	1	—	—	—	—
"	1802·11	171·78	1	—	—	—	—
h & South	1822·14[1]	158·28	—	2	—	—	—
South	24·49[1]	159·75	—	3	—	—	—
"	25·27[1]	163·27	—	3	—	—	—
h	30·29	159·22	4	4	—	—	—
h	31·15	157·67	3	3	—	—	—
h	32·15	157·07	2	2	—	—	—
Bessel	32·19	153·40	6	12	5"837	6	12
h	33·13	157·25	3	3	—	—	—
Kaiser	40·15	148·00	7	14	5·533	7	14
"	42·35	147·22	6	12	5·589	6	12
"	43·33	148·10	6	12	5·691	6	12
Döllen[2]	45·31	149·90	1	1	—	—	—
Hind	45·91	152·69	3	3	—	—	—
Jacob	46·00	149·31	2	2	5·370	2	2
Miller	52·08	146·67	2	2	5·704	2	2
Fletcher	52·49	143·72	3	3	5·337	3	3
Wrottesley	53·23	142·85	3	3	5·723	3	3
Winnecke	55·33	139·91	3	3	5·426	3	3
Jacob	56·21	139·92	4	4	5·389	3	3
Winnecke	56·24	141·73	4	4	5·373	4	4

[1] Da mir die Philos. Trans. nicht zur Hand waren, ist die angenommene Gewichtszahl für *h* & South und South ganz willkürlich.

[2] Angeführt von O. Σ. im IX. Bande der Pulcow. Beobachtungen.

		p	Anzahl	g	ρ	Anzahl	g
Jacob	57·90	140·04	3	3	5·335	1	1
Auwers	61·28	140·45	6	12	5·733	6	12
Romberg	63·18	138·50	2	2	5·811	2	2
Knott	63·13	140·81	1	1	5·423	1	1
Kaiser	65·36	—	—	—	5·875	8	24
Engelmann	65·42	138·06	8	16	5·682	7	14
Kaiser	66·24	137·66	5	10	5·752	5	10
„	66·33	136·91	7	14	5·891	9	18
Barclay's Observ.. . . .	67 14	138 05	1	1	5·375	2	2
Wilson	72·21	131·36	3	3	5·542	3	3
Wilson & Seabrocke . . .	73·22	131·38	4	4	—	—	—
Gledhill	74·13	132·39	2	2	5·105	2	2
W. & S.	74 17	131·67	2	2	—	—	—
W. & S.	75·27	131·44	2	2	5·311	2	2
Jedrzejwicz [1]	78·26	131·30	6	6	5·544	6	6
„ [1]	80·22	131·79	6	6	5·357	6	6

Aus allen den im Vorhergehenden angeführten Messungsresultaten wurden die provisorischen Jahresmittel dadurch gewonnen, dass die mit den provisorischen Correctionen versehenen Messungen zu Mitteln vereinigt worden sind und zwar nach Massgabe folgender relativer Gewichtszahlen:

ein Abend bei W.Σ, O.Σ, D, Δ, Du und S erhielt das Gewicht 5
„ „ „ Auwers, Bessel, Engelmann, Kaiser „ „ „ 3,

alle übrigen das Gewicht 1. Immer wurden die Beobachtungen desselben Jahres zusammengefasst, mit Ausnahme der Jahre 1822—25, 30—31, 66—67, 76—77, 79—80, welche wegen zu geringer Anzahl in Mittelwerthe zusammengezogen worden sind.

In gleicher Weise sind die corrigirten Jahresmittel aus den corrigirten, im Vorhergehenden angeführten, Positionswinkeln und Distanzen gebildet worden, es sind also auch, wie erwähnt, die Mädler'schen Positionswinkel benutzt, dagegen dessen Distanzen ausgeschlossen worden. Was die bei Bildung der Mittelwerthe in Anwendung gebrachten Gewichte betrifft, so ergeben die Quadrate der mittl. F. der Gewichtseinheiten, welche mit den reciproken Gewichten übereinstimmen, die erste Reihe, während die zweite Reihe die wirklich angewandten Gewichte bedeuten.

	Positionswinkel			Distanz	
W. Σ. . . .	2·8	5	W. Σ. . . .	0·029	5
O. Σ. . . .	3·7	4	O. Σ. . . .	0·031	5
D.	0·2	10	D.	0·052	4
Δ.	3·0	5	Δ.	0·075	5
Du.	3·4	4	Du.	0·009	3
S.	2·7	5	S.	0·030	5
Mädler . .	3·6	3	Mädler .	0	0

Die Abweichung der angenommenen von den berechneten Gewichten bedarf keiner weiteren Erklärung, da die letzteren nach denselben Maximen entstanden sind, wie bei der betreffenden Abschätzung bei dem Sterne *B*.

[1] Laut Angabe des Beobachters in den Astron. Nachr. wurde die Distanz um +0ʺ061 corrigirt.

Nachtrag.

Herr Geheimrath O. Struve hatte die grosse Gefälligkeit, auf mein Ersuchen, in den Originaltagebüchern von W. Struve nachzusehen, aber nichts gefunden, was auf ein Versehen von 10° bei den Beobachtungen von 1826 hindeuten könnte. Jedoch theilt mir genannter Herr weiter mit: „Eine feste Beobachtungsmethode, besonders für nahe Objecte, hat sich für W. Struve offenbar erst im Frühjahre 1827 herausgebildet. Aus diesem Grunde dürfen alle Mikrometermessungen aus den Jahren 1825 und 1826 nicht auf denselben Grad von Genauigkeit Anspruch machen, wie die späteren, und Sie wären daher vollkommen gerechtfertigt, wenn Sie den Messungen von 1826 ein geringeres Gewicht ertheilen oder dieselben ganz ausschliessen."

Anhang.

1. *f*-Tafel.

q	$\log f$	q	$\log f$	q	$\log f$	q	$\log f$
−0·125	0·6352	+0·030	0·4456	+0·125	0·3571	+0·220	0·2822
−0·120	0·6278^{74}	+0·035	0·4405^{51}	+0·130	0·3529^{42}	+0·225	0·2785^{37}
−0·115	0·6205^{73}	+0·040	0·4355^{50}	+0·135	0·3487^{42}	+0·230	0·2749^{36}
−0·110	0·6134^{71}	+0·045	0·4305^{50}	+0·140	0·3445^{42}	+0·235	0·2713^{36}
−0·105	0·6063^{71}	+0·050	0·4256^{49}	+0·145	0·3403^{42}	+0·240	0·2678^{35}
−0·100	0·5994^{69}	+0·055	0·4207^{49}	+0·150	0·3362^{41}	+0·245	0·2642^{36}
−0·095	0·5925^{69}	+0·060	0·4159^{48}	+0·155	0·3322^{40}	+0·250	0·2607^{35}
−0·090	0·5857^{68}	+0·065	0·4111^{48}	+0·160	0·3281^{41}	+0·255	0·2572^{35}
−0·085	0·5791^{66}	+0·070	0·4064^{47}	+0·165	0·3241^{40}	+0·260	0·2538^{34}
−0·080	0·5725^{66}	+0·075	0·4017^{47}	+0·170	0·3202^{39}	+0·265	0·2503^{35}
−0·075	0·5659^{66}	+0·080	0·3970^{47}	+0·175	0·3162^{40}	+0·270	0·2469^{34}
−0·070	0·5595^{64}	+0·085	0·3924^{46}	+0·180	0·3123^{39}	+0·275	0·2435^{34}
−0·065	0·5532^{63}	+0·090	0·3879^{45}	+0·185	0·3085^{38}	+0·280	0·2402^{33}
−0·060	0·5469^{63}	+0·095	0·3834^{45}	+0·190	0·3046^{39}	+0·285	0·2368^{34}
−0·055	0·5407^{62}	+0·100	0·3789^{45}	+0·195	0·3008^{38}	+0·290	0·2335^{33}
−0·050	0·5346^{61}	+0·105	0·3745^{44}	+0·200	0·2970^{38}	+0·295	0·2302^{33}
−0·045	0·5285^{61}	+0·110	0·3701^{44}	+0·205	0·2933^{37}	+0·300	0·2269^{33}
−0·040	0·5225^{60}	+0·115	0·3657^{44}	+0·210	0·2895^{38}	+0·305	0·2237^{32}
−0·035	0·5166^{59}	+0·120	0·3614^{43}	+0·215	0·2858^{37}		
−0·030	0·5108^{58}	+0·125	0·3571^{43}	+0·220	0·2822^{36}		

2. Die neuesten Beobachtungen von O. Struve.

Nach brieflicher Mittheilung.

A. B.

				Observ.		Corrig.	
1875·27	April 8	$8^h 19^m$	VI	$\rho = 0''69$	$p = 124°2$	$\rho = 0''64$	$p = 131°4$
·27	9	8 15	„	·69	124·6	·65	131·6
·29	17	9 2	„	·70	126·2	·65	134·4
76·29	15	8 50	„	·77	110·3	·70	117·6
·29	17	8 52	„	·75	113·5	·68	121·3
77·25	3	8 8	„	·79	100·7	·72	107·5
·25	4	8 1	„	·87	103·3	·50	110·7
·31	26	10 7	„	·79	102·6	·73	105·4
78·27	10	7 56	„	·84	95·9	·74	102·1
·29	18	9 1	„	·85	95·9	·76	99·3
·32	29	10 10	„	·85	94·1	·78	96·1
79·27	7	7 40	„	·84	86·4	·77	91·2
·27	8	7 50	„	·82	88·1	·75	92·8
·33	30	12 10	„	·81	89·6	·78	91·5

A. C.

				Observ.		Corrig.	
1877·25	April 3	8h 13	VI	ρ = 5″77	p = 130°2	ρ = 5″88	p = 129°9
·25	4	8 6	„	·79	130·4	·86	130·0
·31	26	10 12	„	·62	128·5	·64	129·2
78·27	10	8 1	„	·63	132·0	·70	131·4
·29	18	9 5	„	·67	131·0	·71	131·2
·32	29	10 18	„	·54	128·9	·56	129·6
79·27	7	7 45	„	·71	132·3	·80	131·5
·27	8	7 56	„	·68	130·6	·75	130·0
·33	30	10 17	„	·47	129·4	·49	130·1

B. C.

				Observ.		Corrig.	
1877·25	April 3	8h 15	VI	ρ = 5″11	p = 134°0	ρ = 5″18	p = 133°2
·25	4	8 8	„	·12	133·1	·19	132·3
·31	26	10 14	„	·00	130·9	·01	131·6
78·27	10	8 4	„	·07	134·6	·15	133·6
·29	18	9 8	„	·01	134·8	·05	134·7
·32	29	10 20	„	4·94	132·6	4·96	133·2
79·27	7	7 47	„	5·14	136·4	5·24	135·0
·28	8	7 58	„	·14	135·2	·16	134·1
·33	30	10 19	„	·06	134·5	·08	135·0

$\frac{A+B}{2} \cdot C.$

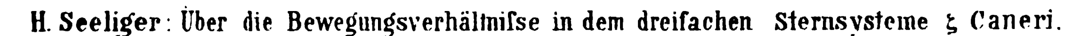
				Observ.		Corrig.	
1875·27	April 8	8h 24	VI	ρ = 5″61	p = 133°6	ρ = 5·68	p = 133°2
·27	9	8 24	„	·80	132·5	·86	132·1
·29	17	9 8	„	·35	131·3	·39	131·5
76·29	15	8 56	„	·37	132·7	·41	132·6
·29	17	8 57	V	·40	131·7	·43	131·6

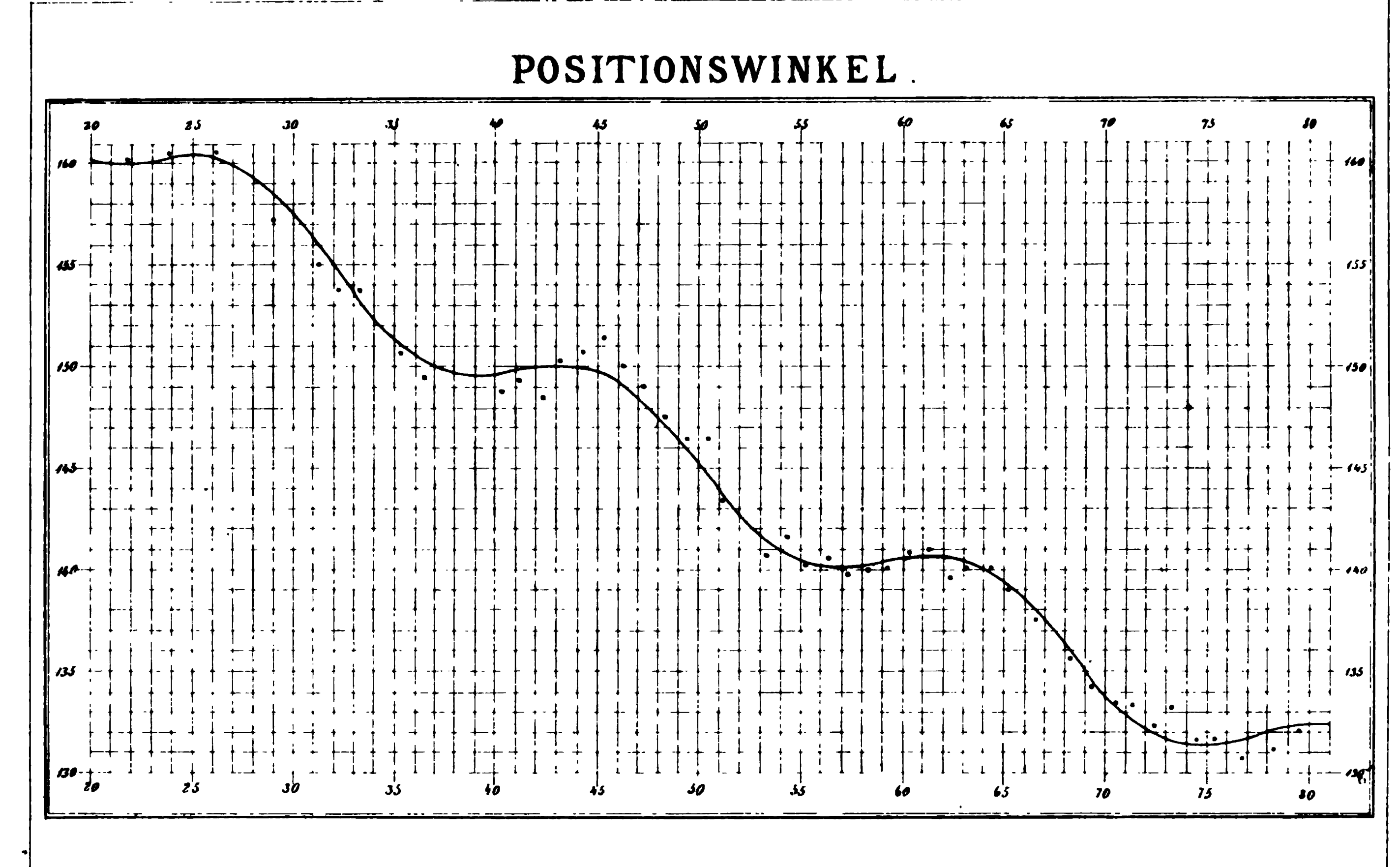
Erklärung der Tafel.

Die erste Figur stellt die Positionswinkel des Sternes *C*, bezogen auf die Mitte von *A* und *B*, als Function der Zeit dar. Die gezeichnete Curve ist nach der Ephemeride III (p. 222) construirt, während die einzelnen Punkte die beobachteten aber wegen der constanten Fehler corrigirten Jahresmittel (p. 220) darstellen. Für die Ordinaten wurde der Grad, für die Abscissen ein Jahr als Längeneinheit genommen.

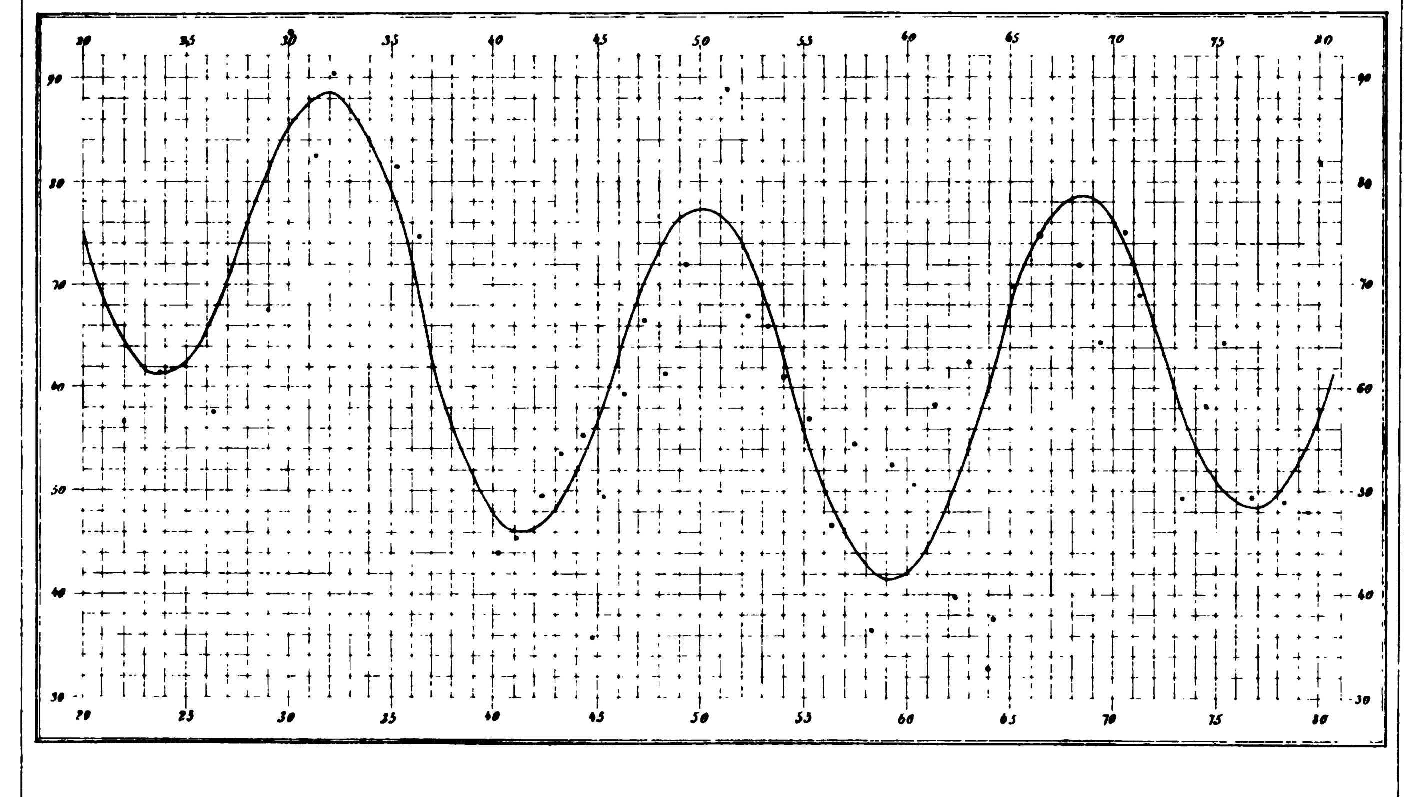
Die zweite Figur verdeutlicht die analogen Verhältnisse für die Distanzen. Die Curve bezieht sich also auf die Formel *B* (p. 225), die Punkte auf die corrigirten Jahresmittel (p. 226). Während die Längeneinheit für die Abscissen dieselbe geblieben ist wie früher, sind die Ordinaten in 0ʺ02 ausgedrückt worden.






POSITIONSWINKEL.
20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
160 155 150 145 140 135 130


DISTANZEN.


20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
90 80 70 60 50 40 30

DER AM 6. DECEMBER 1882 BEVORSTEHENDE VORÜBERGANG DER VENUS VOR DER SONNENSCHEIBE

VORAUSBERECHNET VON

Dr. CARL FRIESACH.

(Mit 4 Tafeln und 6 Holzschnitten.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 17. JUNI 1881.

I. Einleitung. Zeichen und Formeln.

a) Geocentrische Coordinaten der Sonne.

$\odot$ Scheinbare Länge.
B „ Breite.
A „ Rectascension.
D „ Declination.
$\mathfrak{R}$ Entfernung (mittlere Entfernung = 1).
R Scheinbarer Halbmesser.
Π Äquatorial-Horizontalparallaxe.
Π' Horizontalparallaxe für die geographische Breite φ.
ε Scheinbare Schiefe der Ekliptik.
θ Winkel zwischen dem Breiten- und Declinationskreise der Sonne:

$$\operatorname{tang}\theta = \operatorname{tang}\varepsilon\cos\odot \qquad \ldots(1)$$

b) Geocentrische Coordinaten des Planeten.

$\bigcirc$ Scheinbare Länge.
β „ Breite.
a „ Rectascension.
d „ Declination.
$\mathfrak{r}$ Entfernung.
r Scheinbarer Halbmesser.
π Äquatorial-Horizontalparallaxe.
π' Horizontalparallaxe für die geographische Breite φ.
ζ Abstand vom geocentrischen Zenithe.

ν Winkel zwischen dem Declinationskreise des Planeten und dem denselben mit dem geocentrischen Zenithe verbindenden grössten Kreise.

σ Stundenwinkel für den ersten Meridian (jenen von Paris).

s Stundenwinkel für die geographische Länge λ.

c) Coordinaten des Beobachtungsortes. Zeit.

φ Geographische Breite.

φ' Geocentrische "

$\bar{\varphi}$ Excentrische "

λ Geographische Länge (östlich von Paris).

T Normalzeit (mittlere Pariser Zeit).

$\mathfrak{T} = T + \lambda$ mittlere Ortszeit für die Länge λ.

t Normal (Pariser) Sternzeit.

$\mathrm{t} = t + \lambda$ Orts-Sternzeit für die Länge λ.

$$\left.\begin{aligned} \sigma &= t - a \\ s &= \mathrm{t} - a = t + \lambda - a \end{aligned}\right\} \qquad \ldots(2)$$

e Abplattungscoëfficient der Erde $\left(= \frac{1}{300}\right)$.

$$\operatorname{tang}\varphi' = (1-e)\operatorname{tang}\bar{\varphi} = (1-e)^2 \operatorname{tang}\varphi. \qquad \ldots(3)$$

$$\pi' - \Pi' = (\pi - \Pi)\,\frac{\cos\bar{\varphi}}{\cos\bar{\varphi}'}. \qquad \ldots(4)$$

Tafel zur Auffindung von φ' und $\bar{\varphi}$.

φ	φ'	$\bar{\varphi}$	φ	φ'	$\bar{\varphi}$
0°0'	0° 0'0	0° 0'0	50°0'	49°48'7	49°54'3
5 0	4 58·0	4 59·0	55 0	54 49·2	54 54·6
10 0	9 56·1	9 58·0	60 0	59 50·0	59 55·0
15 0	14 54·3	14 57·1	65 0	64 51·2	64 55·6
20 0	19 52·6	19 56·3	70 0	69 52·6	69 56·3
25 0	24 51·2	24 55·6	75 0	74 54·3	74 57·2
30 0	29 50·1	29 55·0	80 0	79 56·4	79 58·0
35 0	34 49·2	34 54·6	85 0	84 57·6	84 59·0
40 0	39 48·7	39 54·4	90 0	90 0·0	90 0·0
45 0	44 48·5	44 54·3			

d) Relative geocentrische Coordinaten des Planeten in Bezug auf die Sonne.

$\left.\begin{matrix}\Delta \text{ Abstand} \\ K \text{ kleinster Abstand}\end{matrix}\right\}$ stets positiv.

$\left.\begin{matrix}U \\ u\end{matrix}\right\}$ Positionswinkel in Bezug auf den $\left\{\begin{matrix}\text{Breitenkreis} \\ \text{Declinationskreis}\end{matrix}\right\}$ der Sonne.

$$u = U - \theta. \qquad \ldots(5)$$

$\left.\begin{matrix}W \\ w\end{matrix}\right\}$ Winkel zwischen der Richtung der relativen Planetenbewegung und dem $\left\{\begin{matrix}\text{Breitenkreise} \\ \text{Declinationskreise}\end{matrix}\right\}$ der Sonne.

v Geschwindigkeit dieser Bewegung (stets positiv).

$$w = W - \theta. \qquad \ldots(6)$$

Zur Erläuterung dient nebenstehende Figur, in welcher $\left.\begin{matrix}S\\P\end{matrix}\right\}$ der geocentrische Ort $\left\{\begin{matrix}\text{der Sonne}\\\text{des Planeten}\end{matrix}\right\}$, $\left.\begin{matrix}n's'\\ns\end{matrix}\right\}$ der $\left\{\begin{matrix}\text{Breitenkreis}\\\text{Declinationskreis}\end{matrix}\right\}$ der Sonne, xy eine Tangente der relativen Planetenbahn im Punkte P, $SP = \Delta$, $\sphericalangle s'SP = U$.

Je nachdem man den Breiten- oder den Declinationskreis der Sonne als Abscissenaxe annimmt, ergeben sich für die rechtwinkeligen Coordinaten des Planeten die Ausdrücke: [1]

$$\left.\begin{aligned}\mathrm{B} &= B-\beta\\ \Lambda &= (\odot-\bigcirc)\cos\beta\end{aligned}\right\} \qquad \ldots(7)$$

oder

$$\left\{\begin{aligned}\delta &= D-d-\cos d\sin D(A-a)^2\,\frac{\sin 1''}{2}\\ \alpha &= (A-a)\cos d\end{aligned}\right\}. \qquad \ldots(7')$$

Die Differentialquotienten:

$$M=\frac{d\mathrm{B}}{dT},\ N=\frac{d\Lambda}{dT},\ m=\frac{d\delta}{dT},\ n=\frac{d\alpha}{dT}$$

erweisen sich als die rechtwinkeligen Componenten der Geschwindigkeit v.

Zwischen obigen Grössen bestehen die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}\mathrm{B} &= \Delta\cos U\\ \Lambda &= \Delta\sin U\end{aligned}\right\} \ldots(8) \qquad \left.\begin{aligned}\delta &= \Delta\cos u\\ \alpha &= \Delta\sin u\end{aligned}\right\} \ldots(8')$$

$$\left.\begin{aligned}M &= v\cos W\\ N &= v\sin W\end{aligned}\right\} \ldots(9) \qquad \left.\begin{aligned}m &= v\cos w\\ n &= v\sin w\end{aligned}\right\} \ldots(9')$$

e) Der geocentrische Durchgang.

Die Hauptmomente des Vorüberganges sind die zwei äusseren und die zwei inneren Ränderberührungen, welche, in der Ordnung, wie sie auf einander folgen, als äusserer und innerer Eintritt, innerer und äusserer Austritt bezeichnet werden, und die Zeit des kleinsten Abstandes oder der grössten Phase. Die Beziehung auf die vier Berührungen wird der Reihe nach durch die den Grössen B, Λ, δ, α, Δ, u, T etc. anzuhängenden Zeiger 1, I, II und 2 angedeutet. Der Zeiger k bezieht sich auf die grösste Phase. 1, I, II, 2 werden allgemein unter dem Zeichen c (Contact) zusammengefasst.

Die Berechnung des geocentrischen Durchganges hat sich vornehmlich mit folgenden zwei Aufgaben zu beschäftigen:

Erstens: Für eine gegebene Normalzeit T, die Werthe Δ und u zu bestimmen.

Zweitens: Zu einem gegebenen Δ oder u die entsprechende Normalzeit T zu finden.

Die Lösung der ersteren Aufgabe ergibt sich aus den Gleichungen (8′) oder aus (8) nebst (5).

Um die einem gegebenen Δ oder u entsprechende Normalzeit T zu finden, setze man $T = T_0 + \tau$, wo T_0 einen genäherten Werth von T bezeichnet. Dann ist, für ein gegebenes Δ:

$$\Delta^2 = (\mathrm{B}_0 + M\tau)^2 + (\Lambda_0 + N\tau)^2 = (\delta_0 + m\tau)^2 + (\alpha_0 + n\tau)^2,$$

woraus mit Rücksicht auf die Gleichungen (8), (9), (8′), (9′), und nachdem

$$\frac{\Delta_0\sin(W-U_0)}{\Delta} = \frac{\Delta_0\sin(w-u_0)}{\Delta} = \pm\sin\psi, \qquad \ldots(10)$$

---

[1] Bezüglich der Entwicklung der hier angeführten Formeln, erlaube ich mir auf meine „Theorie der Planetenvorübergänge" (Leipzig 1876, Verlag von W. Engelmann) zu verweisen.

gesetzt worden,

$$\left.\begin{aligned} T &= T_0 - \frac{\Delta_0}{v}\cos(W-U_0) \mp \frac{\Delta\cos\psi}{v} \\ &= T_0 - \frac{\Delta_0}{v}\cos(w-u_0) \mp \frac{\Delta\cos\psi}{v} \end{aligned}\right\} \qquad \text{...(11)}$$

$$dT = \mp \frac{d\Delta}{v\cos\psi} \qquad \text{...(12)}$$

folgt.

Für eine $\begin{Bmatrix}\text{äussere}\\\text{innere}\end{Bmatrix}$ Berührung, ist $\Delta = R \pm r$.

In der grössten Phase fallen die zwei durch (11) gegebenen Werthe in Einen zusammen, und ist daher:

$$T_k = T_0 - \frac{\Delta_0}{v}\cos(W-U_0) = T_0 - \frac{\Delta_0}{v}\cos(w-u_0). \qquad \text{...(13)}$$

Ferner ist

$$K = \pm\Delta_0 \sin(W-U_0) = \pm\Delta_0 \sin(w-u_0). \qquad \text{...(14)}$$

Ist u gegeben, so hat man

$$\operatorname{tang}(u+\theta) = \frac{\mathrm{A}_0+N\tau}{\mathrm{B}_0+M\tau} \text{ oder } \operatorname{tang} u = \frac{\alpha_0+n\tau}{\delta_0+m\tau},$$

und hieraus:

$$T = T_0 + \frac{\Delta_0 \sin(u+\theta-U_0)}{v\sin(W-U)} = T_0 + \frac{\Delta_0\sin(u-u_0)}{v\sin(w-u)} \qquad \text{...(15)}$$

$$dT = \frac{\Delta_0\sin(w-u_0)\,du}{\sin(w-u)^2} = \frac{K\,du}{\sin(w-u)^2}. \qquad \text{...(16)}$$

Um die Normalzeit T befindet sich der Planet im geocentrischen Zenithe des Oberflächenortes:

$$\begin{Bmatrix}\varphi' = d\\ \lambda = -\sigma\end{Bmatrix}. \qquad \text{...(17)}$$

f) Parallaktische Coordinaten.

Die den geocentrischen Δ, u, d, a etc. analogen parallaktischen Grössen werden durch Δ', u', d', a' etc., die Normalzeiten der parallaktischen Berührungen und grössten Phase durch $T_{c'}$ und $T_{k'}$ bezeichnet.

Analog den Gleichungen (8′), (9′) ist:

$$\left.\begin{aligned}\delta' &= \Delta'\cos u'\\ \alpha' &= \Delta'\sin u'\end{aligned}\right\} \quad \text{...(18)} \qquad \left.\begin{aligned} m' &= \frac{d\delta'}{dT} = v'\cos w'\\ n' &= \frac{d\alpha'}{dT} = v'\sin w'\end{aligned}\right\} \quad \text{...(19)}$$

Mit Rücksicht auf die bekannten Ausdrücke für d', D', a', A' ergeben sich für δ', α' nachstehende, sehr genaue Formeln:

$$\left.\begin{aligned} \delta' = \delta &+ \Pi[(q-1)\cos d + \delta\sin d\sin 1''](1-e)\sin\bar\varphi - \Pi[(q-1)\sin d - \delta\cos d\sin 1'']\cos\bar\varphi\cos s\\ &- \Pi(q-2)\,\alpha\operatorname{tang} d\sin 1''\cos\bar\varphi\sin s\\ \alpha' = \alpha &+ \Pi q\,\alpha\sin d\sin 1''(1-e)\sin\bar\varphi + \Pi(1-q\sin d^2)\frac{\alpha\sin 1''}{\cos d}\cos\bar\varphi\cos s\\ &+ \Pi[q-1-\delta\operatorname{tang} d\sin 1'']\cos\bar\varphi\sin s \end{aligned}\right\} \qquad \text{...(20)}$$

wo

$$q = \frac{\pi}{\Pi}. \qquad \text{...(21)}$$

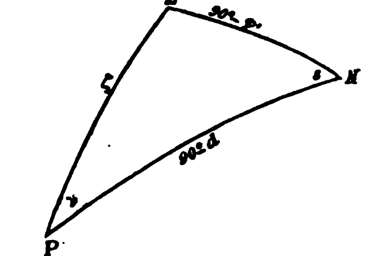
Diese Gleichungen können in die folgenden transformirt werden:

$$\left.\begin{aligned} \delta' &= \delta + \Pi[\mathfrak{A}\sin\varphi + \mathfrak{B}\cos\bar\varphi\cos(\lambda+\mathfrak{C})] = \delta + \Pi x\\ \alpha' &= \alpha + \Pi[\mathfrak{A}'\sin\varphi + \mathfrak{B}'\cos\bar\varphi\sin(\lambda+\mathfrak{C}')] = \alpha + \Pi y \end{aligned}\right\}. \qquad \text{...(20′)}$$

In allen Fällen, wo nicht die äusserste Genauigkeit gefordert wird, darf man die in (20) mit dem Factor $\sin 1''$ behafteten Glieder vernachlässigen, wodurch diese Gleichungen in folgende einfachere übergehen:

$$\left.\begin{aligned}\delta' &= \delta+(\pi-\Pi)[(1-e)\cos d\sin\bar{\varphi}-\sin d\cos\bar{\varphi}\cos s] = \delta+(\pi-\Pi)\xi\\ &= \delta+(\pi'-\Pi')[\cos d\sin\varphi'-\sin d\cos\varphi'\cos s] = \delta+(\pi'-\Pi')\xi'\\ \alpha' &= \alpha+(\pi-\Pi)\cos\bar{\varphi}\sin s = \alpha+(\pi-\Pi)\eta\\ &= \alpha+(\pi'-\Pi')\cos\varphi'\sin s = \alpha+(\pi'-\Pi')\eta'\end{aligned}\right\} \quad \ldots(20'')$$

bei deren Anwendung, α' und d' im ungünstigsten Falle, etwa um 0ˢ1 fehlerhaft erhalten werden.



In dem sphärischen Dreiecke zwischen dem Nordpole, dem geocentrischen Zenithe und dem Planeten ist:

$$\left.\begin{aligned}\cos d\sin\varphi'-\sin d\cos\varphi'\cos s &= \sin\zeta\cos\nu = \xi'\\ \cos\varphi'\sin s &= \sin\zeta\sin\nu = \eta'\\ \sin d\sin\varphi'+\cos d\cos\varphi'\cos s &= \cos\zeta = \sqrt{1-\xi'^2-\eta'^2}\end{aligned}\right\} \quad \ldots(22)$$

$$\left.\begin{aligned}\sin\varphi' &= \cos d\sin\zeta\cos\nu+\sin d\cos\zeta = \xi'\cos d+\sqrt{1-\xi'^2-\eta'^2}.\sin d\\ \cos\varphi'\cos s &= \cos d\cos\zeta-\sin d\sin\zeta\cos\nu = \sqrt{1-\xi'^2-\eta'^2}.\cos d-\xi'\sin d\\ \cos\varphi'\sin s &= \sin\zeta\sin\nu = \eta'\end{aligned}\right\}. \quad \ldots(23)$$

Aus (18) und (20') folgt:

$$\left.\begin{aligned}\Delta'\cos u' &= \Delta\cos u+\Pi x\\ \Delta'\sin u' &= \Delta\sin u+\Pi y\end{aligned}\right\} \quad \ldots(24) \qquad \left.\begin{aligned}\Delta'\cos(u'-u) &= \Delta+\Pi(x\cos u+y\sin u)\\ \Delta'\sin(u'-u) &= \Pi(y\cos u-x\sin u)\end{aligned}\right\} \quad \ldots(25)$$

$$\Delta'^2 = \Delta^2+2\Pi(\delta x+\alpha y)+\Pi^2(x^2+y^2) \quad \ldots(26) \qquad \operatorname{tang}(u'-u) = \frac{\Pi(y\cos u-x\sin u)}{\Delta+\pi(x\cos u+y\sin u)}. \quad \ldots(27)$$

Aus (18), (20'') und (22) erhält man:

$$\left.\begin{aligned}\Delta'\cos u' &= \Delta\cos u+(\pi-\Pi)\,\xi = \Delta\cos u+(\pi'-\Pi')\xi'\\ \Delta'\sin u' &= \Delta\sin u+(\pi-\Pi)\eta = \Delta\sin u+(\pi'-\Pi')y'\end{aligned}\right\} \quad \ldots(24')$$

$$\operatorname{tang}(u'-u) = \frac{(\pi-\Pi)(\eta\cos u-\xi\sin u)}{\Delta+(\pi-\Pi)(\xi\cos u+y\sin u)} = \frac{(\pi'-\Pi')\sin\zeta\sin(\nu-u)}{\Delta+(\pi'-\Pi')\sin\zeta\cos(\nu-u)} \quad \ldots(27')$$

$$\Delta'^2-\Lambda^2+2(\pi'-\Pi')\Delta\sin\zeta\cos(\nu-u)+(\pi'-\Pi')^2\sin\zeta^2. \quad \ldots(26')$$

Für m', n' hat man die genäherten Werthe:

$$\left.\begin{aligned}m' &= m+\mu(\pi-\Pi)\sin d\cos\bar{\varphi}\sin s = v'\cos w'\\ n' &= n+\mu(\pi-\Pi)\cos\bar{\varphi}\cos s \qquad = v'\sin w'\end{aligned}\right\} \quad \ldots(28)$$

und hieraus:

$$v' = v\sqrt{1+\frac{2\mu}{v}(\pi-\Pi)\cos\bar{\varphi}(\cos\omega\sin d\sin s+\sin\omega\cos s)+\frac{\mu^2(\pi-\Pi)^2}{v^2}\cos\bar{\varphi}^2(\sin d^2\sin s^2+\cos s^2)} \quad \ldots(29)$$

$$\operatorname{tang}(w'-w) = \frac{\mu(\pi-\Pi)\cos\bar{\varphi}(\cos w\cos s-\sin d\sin w\sin s)}{v+\mu(\pi-\Pi)\cos\bar{\varphi}(\sin d\cos w\sin s+\sin w\cos s)}, \quad \ldots(30)$$

wo

$$\log\mu = 0\cdot86258-5 \quad \ldots(31)$$

Der parallaktische Durchgang.

g) Der parallaktische Durchgang für einen gegebenen Beobachtungsort.

Die einer gegebenen Normalzeit entsprechenden Grössen δ', α' ergeben sich aus den Gleichungen (20'), worauf man Δ', u' aus (18) findet.

Für die Normalzeit einer parallaktischen Berührung hat man die allgemeine Formel:

$$T_{c'} = T_c + \tau = T_c + f \sin\bar{\varphi} + g \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + h) + h \pm [\mathfrak{f} \sin\bar{\varphi} + \mathfrak{g} \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + \sigma)]^2. \qquad \ldots(32)\ [1]$$

Zur Berechnung der f, g etc. dienen folgende Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{ll} \delta \sin d = p \cos q & t - a = \sigma \\ \alpha = p \sin q & t - a + q = h \\ \Delta_c v \cos(W - U_c) + \frac{v^2 \tau}{2} = \mathfrak{N} & -\frac{(\pi - \Pi)^2}{2\mathfrak{N}} = \mathfrak{e} \\ \frac{(\pi - \Pi) p}{\mathfrak{N}} = g & \frac{(\pi - \Pi) \sin d}{\sqrt{\pm \mathfrak{N}}} = \mathfrak{f} \\ \frac{-(\pi = \Pi)(1 - e) \delta \cos d}{\mathfrak{N}} = f & \frac{(\pi - \Pi) \cos d}{\sqrt{\pm \mathfrak{N}}} = \mathfrak{g} \end{array}\right\}. \qquad \ldots(33)$$

Wofern keine grosse Genauigkeit erforderlich ist, kann man sich der Näherungsformel

$$T_{c'} = T_c + f_c \sin\bar{\varphi} + g_c \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + h_c). \qquad \ldots(34)$$

bedienen.

Diese Formel ist um so weniger genau, je grösser K ist. Bei dem Venusvorübergange 1874 war $K = 13'46''$ und konnte obiger Ausdruck im ungünstigsten Falle um 36ˢ fehlerhaft sein. Für den Durchgang 1882 ist $K = 10'41''$ und kann sonach der Fehler höchstens 12ˢ betragen. Bei Merkurvorübergängen beträgt die Unsicherheit der Formel (33), für $K = 15'$, höchstens 1ˢ3. Es folgt hieraus, dass für den Merkurdurchgang 1881, wo $K < 4'$, die Berührungszeiten, mit hinreichender Schärfe, nach dieser Formel berechnet werden können.

Eine ähnliche Formel wie (32) kann für die einer beliebigen parallaktischen Distanz Δ' entsprechende Normalzeit aufgestellt werden, vorausgesetzt, dass Δ' nicht kleiner als K sei.

Soll die einem gegebenen u' entsprechende Zeit T gefunden werden, so setze man $T = T_0 + \tau$. Dann ist

$$\tau = \frac{\Delta_0 \sin(u' - u_0) + \Pi(x \sin u' - y \cos u')}{v \sin(w - u')} \qquad \ldots(35)$$

Diese Gleichnng kann auf die Form

$$\tau = \vartheta + a \sin\bar{\varphi} + b \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + c)$$

gebracht werden. Wählt man für T_0 jene Zeit, welcher ein dem gegebenen u' gleiches u entspricht, so hat man

$$T = T_0 + a \sin\bar{\varphi} + b \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + c).$$

Für die Zeit der parallaktischen grössten Phase gelten die Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{ll} \mu\alpha - m \sin d = p \cos q & \\ \mu\delta \sin d + n = p \sin q & \frac{p(\pi - \Pi)^2}{v^2}(1 - e) \cos d \sin d = \mathfrak{F} \\ -\frac{(\pi - \Pi)(1 - e) m \cos d}{v^2} = F & -\frac{p(\pi - \Pi)^2}{v^2} \cos d = \mathfrak{G} \\ -\frac{(\pi - \Pi) p}{v^2} = G & t - a = \sigma \\ t - a + q = H & \end{array}\right\} \qquad \ldots(36)$$

$$T_{k'} = T_k + F \sin\bar{\varphi} + G \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + H) + \mathfrak{F} \cos\bar{\varphi} \sin\bar{\varphi} \sin(\lambda + \sigma) + \mathfrak{G} \cos\bar{\varphi}^2 \cos(\lambda + \sigma) \sin(\lambda + \sigma), \qquad \ldots(37)$$

ferner die Näherungsformel:

$$T_{k'} = T_k + F_k \sin\bar{\varphi} + G_k \cos\bar{\varphi} \cos(\lambda + H_k). \qquad \ldots(37')$$

[1] In (32) hat das quadratische Glied das Zeichen $\pm$, je nachdem $\mathfrak{N} \gtrless 0$.

h) Anfang und Ende der Hauptmomente auf der Erde überhaupt. Grösstes und kleinstes K'. Längste und kürzeste Dauer des Vorüberganges.

Anfang und Ende der Berührungen und der grössten Phase entsprechen dem Minimum und Maximum von $T_{c'}$ und $T_{k'}$, welche ich mit $\underset{\mp}{T_{c'}}$ und $\underset{\mp}{T_{k'}}$ bezeichne.

Für $\underset{-}{T_{c'}}$ und $\underset{+}{T_{c'}}$ und die dazu gehörigen Beobachtungsorte gelten die genäherten Werthe:

$$\left.\begin{array}{l} T_{c'} = T_c \mp \dfrac{\pi - \Pi}{v\cos\psi}, \quad \text{wo } \sin\psi = \dfrac{K}{\Delta_c} \\ g_c > 0 \begin{cases} \text{Anfang} \begin{cases} \tan\bar\varphi = -\dfrac{f_c}{g_c} \\ \lambda = 180° - h_c \end{cases} \\ \text{Ende} \begin{cases} \tan\bar\varphi = +\dfrac{f_c}{g_c} \\ \lambda = -h_c \end{cases} \end{cases} \\ g_c < 0 \begin{cases} \text{Anfang} \begin{cases} \tan\bar\varphi = +\dfrac{f_c}{g_c} \\ \lambda = -h_c \end{cases} \\ \text{Ende} \begin{cases} \tan\bar\varphi = -\dfrac{f_c}{g_c} \\ \lambda = 180° - h_c \end{cases} \end{cases} \end{array}\right\} \quad \ldots(38)$$

Für die grösste Phase hat man, wenn man in den zu (37) gehörenden Gleichungen, die Hilfsgrösse q so bestimmt, dass $G < 0$ ist, die Näherungswerthe:

$$\text{Anfang} \begin{cases} \underset{-}{T_{k'}} = T_k - \sqrt{F_k^2 + G_k^2} \\ \tan\bar\varphi = \dfrac{F_k}{G_k} \\ \lambda = -H_k \end{cases} \qquad \text{Ende} \begin{cases} \underset{+}{T_{k'}} = T_k + \sqrt{F_k^2 + G_k^2} \\ \tan\bar\varphi = -\dfrac{F_k}{G_k} \\ \lambda = 180° - H_k \end{cases} \quad \ldots(39)$$

Genauer findet man diese Werthe, indem man die f_c, g_c, F_k etc. mit den den näherungsweise gefundenen Zeiten entsprechenden f, g, F etc. vertauscht. Noch genauer erhält man die Maxima und Minima der Berührungszeiten, nachdem φ aus (38) bereits näherungsweise gefunden worden, aus der Gleichung (11), wenn man daselbst

$$\Delta = \Delta_c + (\pi - \Pi)\frac{\cos\bar\varphi}{\cos\varphi'}$$

setzt, und die dazu gehörigen Beobachtungsorte aus:

$$\left.\begin{array}{l} \begin{array}{c}\text{Anfang des Eintritts}\\ \text{und}\\ \text{Ende des Austritts}\end{array} \begin{cases} \sin\varphi' = -\cos d\cos u \\ \sin(t+\lambda-a) = -\dfrac{\sin u}{\cos\varphi'} \\ \cos(t+\lambda-a) = \dfrac{\sin d\cos u}{\cos\varphi'} \end{cases} \\ \begin{array}{c}\text{Ende des Eintritts}\\ \text{und}\\ \text{Anfang des Austritts}\end{array} \begin{cases} \sin\varphi' = \cos d\cos u \\ \sin(t+\lambda-a) = \dfrac{\sin u}{\cos\varphi'} \\ \cos(t+\lambda-a) = -\dfrac{\sin d\cos u}{\cos\varphi'} \end{cases} \end{array}\right\} \quad \ldots(40)$$

ff*

Die wegen Veränderlichkeit des parallaktischen Sonnenhalbmessers

$$R' = R + R\Pi \sin 1'' [\sin D \sin \bar{\varphi} + \cos D \cos \bar{\varphi} \cos (t + \lambda - A)]$$

erforderliche Verbesserung der Berührungszeit kann nach Gleichung (12) berechnet werden.

An den Punkten der Erdoberfläche, wo die grösste Phase zuerst und zuletzt gesehen wird, ist $K' = K$, und befinden sich Sonne und Planet in dem nämlichen Höhenkreise. Letzteres gilt auch für den Anfang und das Ende der Berührungen.

Die parallaktische kleinste Distanz K' liegt zwischen den Grenzen $K - (\pi - \Pi)$ und $K + (\pi - \Pi)$, und ist

$$\left.\begin{aligned} &\text{deren Minimum } \underset{-}{K'} = K - (\pi' - \Pi') \\ &\text{deren Maximum } \underset{+}{K'} = K + (\pi' - \Pi') \end{aligned}\right\}.$$

Diese beiden Werthe finden gleichzeitig mit der geocentrischen grössten Phase, d. i. um die Normalzeit T_k, statt. Die dazu gehörigen Beobachtungsorte ergeben sich aus:

$$\left.\begin{aligned} &\text{für } \underset{-}{K'}: \begin{cases} \sin \varphi' = -\cos d \cos u_k \\ \sin (t + \lambda - a) = -\dfrac{\sin u_k}{\cos \varphi'} \\ \cos (t + \lambda - a) = \dfrac{\sin d \cos u_k}{\cos \varphi'} \end{cases} \\ &\text{für } \underset{+}{K'}: \begin{cases} \sin \varphi' = \cos d \cos u_k \\ \sin (t + \lambda - a) = \dfrac{\sin u_k}{\cos \varphi'} \\ \cos (t + \lambda - a) = -\dfrac{\sin d \cos u_k}{\cos \varphi'} \end{cases} \end{aligned}\right\} \quad \text{...(41)}$$

Bezeichnet man den (äusseren oder inneren) Eintritt durch e, den Austritt mit a, so folgt aus (32), indem man $\mathfrak{e}$, $\mathfrak{f}$, $\mathfrak{g}$ vernachlässigt:

$$T_{a'} - T_{e'} = T_a - T_e + \bar{f} \sin \bar{\varphi} + \bar{g} \cos \bar{\varphi} \cos (\lambda + \bar{h}), \quad \text{...(42)}$$

wo

$$\left.\begin{aligned} \bar{g} \sin \bar{h} &= (g \cos h)_{a'} - (g \cos h)_{e'} \\ \bar{g} \cos \bar{h} &= (g \sin h)_{a'} - (g \sin h)_{a'} \\ \mathfrak{f} &= \mathfrak{f}_{a'} - \mathfrak{f}_{e'}; \end{aligned}\right\} \quad \text{...(43)}$$

und näherungsweise:

$$\tau = T_{a'} - T_{e'} - (T_a - T_e) = f' \sin \bar{\varphi} + g' \cos \bar{\varphi} \cos (\lambda + h'), \quad \text{...(44)}$$

wo f', g', h' jene Werthe von $\bar{f}$, $\bar{g}$, $\bar{h}$ bezeichnen, welche sich ergeben, wenn man die Zeiger e', a' mit e, a vertauscht.

Die kürzeste und längste Dauer des parallaktischen Durchganges entspricht dem Minimum und Maximum von $T_{a'} - T_{e'}$. Indem man h' so wählt, dass $g' < 0$ ist, findet man:

$$\left.\begin{aligned} &\text{kürzeste Dauer} \begin{cases} T_{a'} - T_{e'} = T_a - T_e - \sqrt{f'^2 + g'^2} \\ \operatorname{tang} \bar{\varphi} = \dfrac{f'}{g'} \\ \lambda = -h' \end{cases} \\ &\text{längste Dauer} \begin{cases} T_{a'} - T_{e'} = T_a - T_e + \sqrt{f'^2 + g'^2} \\ \operatorname{tang} \bar{\varphi} = -\dfrac{f'}{g'} \\ \lambda = 180° - h' \end{cases} \end{aligned}\right\} \quad \text{...(45)}$$

Genauer findet man diese Grössen, wenn man, mittelst der aus (45) erhaltenen $\bar{\varphi}$, λ, die Zeiten $T_{a'}$, $T_{e'}$ berechnet, die dazu gehörigen f, g, h aufsucht und aus diesen, nach (43), $\bar{f}$, $\bar{g}$, $\bar{h}$ bestimmt, welche nun in (45) an die Stelle der f', g', h' zu treten haben.

Hierzu bemerkt Br. Peter in seiner „Untersuchung des Venus-Vorüberganges 1882", Folgendes: „Für die Dauer des Durchganges, analog wie für die Contacte und die grösste Phase, die Coëfficienten $\bar{f}$ und $\bar{g}$ in eine Tabelle zu bringen, wie Friesach in seiner Theorie der Planetenvorübergänge, S. 30, vorschlägt, ist unmöglich, da in dem Ausdrucke etc."

Diese Bemerkung beruht offenbar auf einem Missverständnisse, da der gerügte Vorschlag in meinem Buche weder auf S. 30 noch sonst irgendwo vorkommt, und die S. 30 erwähnte Tafel nur auf die Berechnung der einzelnen Contacte Bezug hat.

Wie aus (38), (39) und (45) zu ersehen, liegen die Punkte, wo eine Berührung oder die grösste Phase zuerst und zuletzt gesehen wird, und ebenso die Punkte kürzester und längster Dauer des Durchganges, einander nahezu diametral gegenüber.

Von den zwei durch (39) bestimmten Oberflächenpunkten kommt mindestens Einem nur analytische Bedeutung zu, indem entweder für beide oder für einen derselben der Planet in der grössten Phase unter dem Horizonte steht. Ebenso hat der Ort der längsten Dauer nur analytische Bedeutung, da an demselben weder Anfang noch Ende des Durchganges sichtbar ist.

i) Grenzcurven.

α. Sichtbarkeitsgrenzen.

Die Sichtbarkeitsgrenzen eines Planetenvorüberganges bestehen aus zwei Curvenpaaren, welche ich mit E, A und O, U bezeichne.

Die Curve $\begin{Bmatrix} E \\ A \end{Bmatrix}$ begreift jene Punkte der Erdoberfläche, welche den äusseren $\begin{Bmatrix} \text{Eintritt} \\ \text{Austritt} \end{Bmatrix}$ im Horizonte, also im Auf- oder Untergange erblicken, während auf der Curve $\begin{Bmatrix} O \\ U \end{Bmatrix}$ die $\begin{Bmatrix} \text{obere} \\ \text{untere} \end{Bmatrix}$ Culmination des Planeten im Horizonte erfolgt.

Für $\begin{Bmatrix} E \\ A \end{Bmatrix}$ hat man die Gleichung:

$$\cos[(t-a)_c + 15\varkappa\tau + \lambda] = -\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang} d_c, \qquad \text{...(46)}$$

wo τ die nämliche Bedeutung hat, wie in (32) und in mittlerer Zeit angegeben ist, während $\varkappa$ den Modulus zur Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit bezeichnet.

Um mittelst dieser Gleichung einen beliebigen Punkt der Curve zu bestimmen, verfahre man so: Nachdem man für φ einen beliebigen Werth angenommen, setze man $\tau = 0$, worauf man aus (46) für λ einen genäherten Werth erhält. Mittelst φ und des genäherten λ bestimme man τ aus (32), worauf man aus (46) für λ einen genaueren Werth findet, u. s. f.

Für die beiden anderen Curven ist:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Curve } O & \begin{cases} \lambda = a - t \\ \operatorname{tang}\varphi = -\cot d \end{cases} \\ \text{Curve } U & \begin{cases} \lambda = 180° - (t-a) \\ \operatorname{tang}\varphi = \cot d \end{cases} \end{array}\right\} \qquad \text{...(47)}$$

$\begin{Bmatrix} E \\ A \end{Bmatrix}$ weicht wenig von dem grössten Kreise ab, an dessen Pole der äussere $\begin{Bmatrix} \text{Eintritt} \\ \text{Austritt} \end{Bmatrix}$ im Zenithe stattfindet, während $\begin{Bmatrix} O \\ U \end{Bmatrix}$ nahezu mit dem Parallelkreise zusammenfällt, dessen Breite $\varphi = \begin{Bmatrix} d_k \pm 90° \\ d_x \mp 90° \end{Bmatrix}$, wobei das obere oder untere Zeichen gilt, je nachdem d_k positiv oder negativ ist. $\begin{Bmatrix} O \\ U \end{Bmatrix}$ schliesst sich dort, wo Anfang und Ende des Vorüberganges in der $\begin{Bmatrix} \text{oberen} \\ \text{unteren} \end{Bmatrix}$ Culmination erfolgt, den Curven E und A berührend an.

Die Erdoberfläche wird von den Curven E, A, O, U in sechs Räume getheilt (s. Taf. I), als da sind:

die Dreiecke I und IV,

die Zweiecke II und III,

die kleinen Dreiecke egi und fhk,

wobei die Punkte $\begin{Bmatrix} e \\ f \end{Bmatrix}$ und $\begin{Bmatrix} g \\ h \end{Bmatrix}$ den Anfang und das Ende in der $\begin{Bmatrix} \text{oberen} \\ \text{unteren} \end{Bmatrix}$ Culmination erblicken, während für $\begin{Bmatrix} i \\ k \end{Bmatrix}$ der Planet gerade vom Anfange bis zum Ende des Durchganges $\begin{Bmatrix} \text{über} \\ \text{unter} \end{Bmatrix}$ dem Horizonte bleibt.

Jene sechs Räume haben für die Sichtbarkeit des Vorübergangs folgende Bedeutung:

Für die in I liegenden Orte geht der Planet vor dem Anfange des Durchganges auf, und nach dessen Ende unter. Dieselben sehen daher die ganze Erscheinung von Anfang bis zu Ende.

In II geht der Planet vor dem Anfange auf, und während des Vorüberganges unter. In diesem Raume sieht man daher den Anfang, aber nicht das Ende.

In III ist das Ende, aber nicht der Anfang, sichtbar, weil hier der Aufgang des Planeten nach dem Anfange, der Untergang vor dem Ende stattfindet.

Für IV bleibt der Vorübergang gänzlich unsichtbar; denn hier geht der Planet vor dem Anfange unter und erscheint erst nach dem Ende wieder über dem Horizonte.

Innerhalb des Dreieckes egi sind nur mittlere Partien des Durchganges, aber weder Anfang noch Ende sichtbar, indem hier der Planet nach dem Anfange auf, und vor dem Ende wieder untergeht.

Das Dreieck fhk endlich sieht sowohl den Anfang als das Ende, aber doch nicht den ganzen Durchgang, weil daselbst der Planet nach dem Anfange untergeht und vor dem Ende wieder aufgeht.

Zur Bestimmung der Punkte e, f, g, h, i, k hat man nachstehende Gleichungen:

$$\text{Für } e \text{ und } g: \begin{cases} \operatorname{tang}\varphi = -\cot d_c \\ t_c + \lambda - a_c + 15\varkappa\tau = 0 \end{cases}$$
$$\text{für } f \text{ und } h: \begin{cases} \operatorname{tang}\varphi = \cot d_c \\ t_c + \lambda - a_c + 15\varkappa\tau = 180° \end{cases} \qquad \ldots(48)$$

wobei zu bemerken, dass für $\begin{Bmatrix} e \text{ und } f \\ g \;\;{}_{n}\;\; h \end{Bmatrix}$, $c = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix}$ zu setzen ist. i und k ergeben sich aus dem nämlichen Gleichungspaare:

$$\left.\begin{aligned} \cos[t_1 + \lambda - a_1 + 15\varkappa\tau_1] &= -\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang} d_1 \\ \cos[t_2 + \lambda - a_2 + 15\varkappa\tau_2] &= -\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang} d_2 \end{aligned}\right\} \qquad \ldots(49)$$

Um diese Gleichungen nach φ und λ aufzulösen, setze man anfänglich $\tau_1 = \tau_2 = 0$. Nun findet man aus (49):

$$\operatorname{tang}\lambda = \frac{\operatorname{tang} d_2 \cos(t-a)_1 - \operatorname{tang} d_1 \cos(t-a)_2}{\operatorname{tang} d_2 \sin(t-a)_1 - \operatorname{tang} d_1 \sin(t-a)_2}$$
$$\operatorname{tang}\varphi = -\frac{\cos[(t-a)_1 + \lambda]}{\operatorname{tang} d_1}$$

Mittelst dieser genäherten φ, λ findet man τ_1 und τ_2, worauf sich φ, λ aus (49) mit grösserer Genauigkeit ergeben. Man erhält so zwei Punkte, welche einander nahe diametral gegenüber liegen. Zur Unterscheidung, welcher von beiden den Bedingungen von i oder k entspricht, dient die Bemerkung, dass für i, $\sin(\lambda + t - a)_1$ negativ und $\sin(\lambda + t - a)_2$ positiv ist, während für k die entgegengesetzten Zeichen gelten.

Für die Curven E' und A', auf welchen der innere Ein- und Austritt im Horizonte erfolgt, gilt gleichfalls die Gleichung (46).

Die Sichtbarkeit der grössten Phase wird durch jene Curve begrenzt, auf welcher die grösste Phase im Horizonte erfolgt.

Ihre Gleichung ist:

$$\cos(t_k+\lambda-a_k+15\varkappa\tau) = -\operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang} d_k, \qquad \text{...(50)}$$

wo $\tau = T_{k'} - T_k$.

Diese Curve weicht wenig von dem grössten Kreise ab, dessen Pol dort liegt, wo der Planet im Augenblicke der geocentrischen grössten Phase, im Zenithe steht.

β. Curven gleichzeitiger Berührung, gleichzeitiger grösster Phase und gleicher Dauer.

Die Curven gleichzeitiger Berührung ergeben sich näherungsweise aus:

$$\tau = f_c \sin\varphi + g_c \cos\varphi \cos(\lambda+h_c) \qquad \text{...(51)}$$

und entspricht jeder dieser Curven ein bestimmter Werth τ.

Diese Gleichung kann auf die Form

$$\cos E = \sin\Phi \sin\varphi + \cos\Phi \cos\varphi \cos(\lambda-\Lambda) \qquad \text{...(52)}$$

gebracht werden, und ist dann, unter der Voraussetzung, dass P das Zeichen von g_c habe:

$$\operatorname{tang}\Phi = \pm\frac{f_c}{g_c},\quad \Lambda = \begin{Bmatrix} -h_c \\ 180^\circ - h_c \end{Bmatrix},\quad P = \sqrt{f_c^2+g_c^2},\quad \cos E = \pm\frac{\tau}{P}.$$

Es erhellt hieraus, dass die Curven gleichzeitiger Berührung näherungsweise durch ein System von Parallelkreisen dargestellt werden können, dessen Pole (die Punkte Φ, Λ) mit den in Tafel I, II und III mit a, b, c, d bezeichneten Punkten, wo die Berührungen zuerst und zuletzt erblickt werden, zusammenfallen.

Genauer findet man diese Curven, wenn man in obigen Gleichungen die f_c, g_c, h_c mit den variabeln f, g, h vertauscht, aus

$$\tau = f\sin\varphi + g\cos\varphi\cos(\lambda+h). \qquad \text{...(51')}$$

Zur Construction dieser Curven in der stereographischen Polarprojection diene Folgendes:

Es sei, auf der Karte, P der Nord- oder Südpol der Erde, O der in der nämlichen Halbkugel befindliche Pol des Curvensystems, θ der Winkelabstand jener beiden Pole, k der Halbmesser des Äquators. Man ziehe die Gerade PO und mache $Pr = \dfrac{k\sin\theta}{2\cos\frac{\theta+E}{2}\cos\frac{\theta-E}{2}}$, so ist r der Mittelpunkt und $\rho = \dfrac{k\sin E}{2\cos\frac{\theta+E}{2}\cos\frac{\theta+E}{2}}$ der Halbmesser des zu beschreibenden Kreises. Ergibt sich für Pr ein negativer Werth, so liegt r von P aus auf der der Richtung PO entgegengesetzten Seite der Geraden xy. Wenn der Halbmesser sehr gross ist, was namentlich dann der Fall ist, wenn E 90° überschreitet, ist es zweckmässig, einzelne Punkte der Curve zu bestimmen. Hierzu ertheile man dem φ einen beliebigen Werth, und berechne aus (51') das dazu gehörige λ.

Für die Punkte der Erdoberfläche, welche die grösste Phase in dem nämlichen Augenblicke $T_k+\tau$ erblicken, gilt die Näherungsgleichung

$$\left.\begin{aligned} \tau &= F_k\sin\varphi + G_k\cos\varphi\cos(\lambda+H_k) \\ \text{oder genauer}\quad \tau &= F\sin\varphi + G\cos\varphi\cos(\lambda+H) \end{aligned}\right\}, \qquad \text{...(53)}$$

welche gleichfalls auf die Form (52) gebracht werden kann.

Dieselben bilden ein System von Parallelkreisen, an deren Polen die grösste Phase zuerst und zuletzt gesehen wird.

Die Curven gleicher Dauer des Durchganges ergeben sich näherungsweise aus der Gleichung (44), welche auch in der Form (52) ausgedrückt werden kann. Man erkennt hieraus, dass die Curven gleicher Dauer näherungsweise durch ein System von Parallelkreisen, deren Pole mit den Punkten der kürzesten und längsten Dauer zusammenfallen, dargestellt werden können.

γ. Curven, auf welchen die Berührungen oder irgend eine parallaktische Distanz in gleichen Höhen stattfinden.

Ihre Gleichung ist:

$$\cos z = \sin d' \sin\varphi + \cos d' \cos\varphi \cos(t+\lambda-a'). \qquad ...(54)$$

Da man aber, näherungsweise, für t die Sternzeit, welcher eine dem gegebenen Δ' gleiche geocentrische Distanz Δ entspricht, und für d', a' die dazu gehörigen d, a setzen kann, sieht man ein, dass auch diese Curven annähernd durch ein Parallelensystem, an deren Pole die gegebene Phase im Zenithe erfolgt, darzustellen sind. Sie können daher auf dieselbe Art verzeichnet werden, wie die Curven gleichzeitiger Berührung.

Dasselbe gilt von den Curven, auf welchen die parallaktische grösste Phase in gleichen Höhen erscheint. Sie weichen wenig von einem Parallelensysteme ab, dessen Pol den Planeten, um die Zeit T_1 im Zenithe hat.

δ. Curven gleicher Parallaxe der Distanz.

1. Für ein gegebenes Δ': In diesem Falle erfordert die Bedingung $\Delta'-\Delta=$ Const., dass Δ, also auch die Zeit, constant sei. Für $\Delta'=R\pm r$, sind daher diese Curven mit jenen gleichzeitiger Berührung identisch. Ihre strenge Gleichung ist

$$\cos(\nu-u) = \frac{\Delta'^2-\Delta^2-(\pi'-\Pi')^2\sin\zeta^2}{2\Delta\sin\zeta(\pi'-\Pi')} \qquad ...(55)$$

[s. Gl. (26').] Um einen beliebigen Punkt der Curve zu bestimmen, nehme man für ζ einen beliebigen Werth an, und berechne ν aus (55). Mittelst ζ und ν erhält man dann aus (23) φ' und λ.

Wenn $\frac{\pi-\Pi}{\Delta}$ sehr klein ist (wie zur Zeit einer Berührung), ist näherungsweise

$$\Delta'-\Delta = (\pi-\Pi)\sin\zeta\cos(\nu-u), \qquad ...(56)$$

woraus die Verwandtschaft dieser Curven mit Hansen's isosthenischen Curven, auf welchen $\sin\zeta\cos(\nu-u)$ einen constanten Werth hat, erhellt.

Indem man setzt:

$$\left.\begin{aligned} \cos u \sin d &= p\cos q & \cos u \cos d &= \sin\Phi \\ \sin u &= p \sin q & -p &= \cos\Phi \\ \frac{\Delta'-\Delta}{\pi-\Pi} &= \cos E & t-a+q &= -\Lambda, \end{aligned}\right\} \qquad ...(57)$$

wobei q derart zu bestimmen ist, dass $p<0$ wird, verwandelt sich obige Gleichung in:

$$\cos E = \sin\Phi\sin\varphi + \cos\Phi\cos\varphi\cos(\lambda-\Lambda). \qquad ...(58)$$

2. Für ein gegebenes Δ: Zur Berechnung dienen die nämlichen Gleichungen, und besteht der Unterschied zwischen beiden Curvensystemen nur darin, dass, in ersterem, Δ' constant ist, u und Δ aber von Curve zu Curve andere Werthe annehmen, während in letzterem das Umgekehrte gilt. Für ein constantes Δ und u, stellt die Gleichung (56) ein System von Parallelkreisen dar, an deren Polen $\Delta'-\Delta=\pi-\Pi$. Falls $\frac{\pi-\Pi}{\Delta}$ sehr klein, sind die beiden Systeme wenig von einander verschieden.

ε. Curven gleichen Werthes von K'.

Im Augenblicke der parallaktischen grössten Phase ist $\cos(w'-u')=0$, folglich $u'=w'\mp 90^\circ$, und ist daher vermöge (24'):

$$\left.\begin{aligned} \xi' &= \frac{\pm K'\sin w'-\delta}{\pi'-\Pi'} \\ \eta' &= \frac{\mp K'\cos w'-\alpha}{\pi'-\Pi'} \end{aligned}\right\} \qquad ...(59)$$

Indem man, für eine zwischen $T_{\underset{-}{k'}}$ und $T_{\underset{+}{k'}}$ willkürlich angenommene Normalzeit, die Grössen δ, α rechnet, dann w' näherungsweise $= w$ setzt, erhält man aus (59) genäherte Werthe ξ', η', mittelst welcher man aus (23) φ' und λ findet. Aus diesen ergibt sich nach (28) ω', worauf man aus (59) für ξ', η' genauere Werthe erhält, etc. In (59) gilt das $\left\{\begin{matrix}\text{obere}\\ \text{untere}\end{matrix}\right\}$ Zeichen, wenn u nahe $= \left\{\begin{matrix}w-90°\\ w+90\end{matrix}\right\}$.

Diese Curven fallen nahezu mit jenen zusammen, auf welchen Δ' zur Zeit T_k einen constanten Werth hat. Diese bilden ein System von Parallelkreisen, an deren Polen $\Delta' = K \pm (\pi - \Pi)$ und entsprechen der Gleichung:

$$\Delta' - K = (\pi - \Pi) \sin\zeta \cos(\nu - u_k). \qquad \text{...(60)}$$

ξ. Curven gleicher Parallaxe des Positionswinkels.

1. **Bei gegebenem** u': Aus (27′) ergibt sich dafür die Gleichung:

$$\eta' \cos u' - \xi' \sin u' = \frac{\Delta \sin C'}{\pi' - \Pi'}, \qquad \text{...(61)}$$

wobei u' constant und $u' - u = C'$.

Setzt man

$$\left.\begin{aligned} \sin d \sin u' &= p' \cos q' & -\cos d \sin u' &= \sin \Phi' \\ \cos u' &= p' \sin q' & p' &= \cos \Phi' \\ t - a - q' &= -\Lambda' & \frac{\Delta \sin C'}{\pi - \Pi} &= \cos E' \end{aligned}\right\} \qquad \text{...(62)}$$

wobei q' so zu bestimmen, dass $p' > 0$, so verwandelt sich obige Gleichung, indem man, von der Abplattung der Erde absehend, φ' mit φ vertauscht, in

$$\cos E' = \sin \Phi' \sin \varphi + \cos \Phi' \cos \varphi \cos(\lambda - \Lambda'). \qquad \text{...(63)}$$

Diese Gleichung gehört zu einem Parallelkreissysteme, an dessen Polen $\sin(u' - u) = \pm \frac{\pi - \Pi}{\Delta}$.

2. **Bei gegebenem** u: Es gelten hier die nämlichen Gleichungen, wenn man in denselben u' mit $u + C'$ vertauscht. Die beiden Kreissysteme unterscheiden sich von einander darin, dass in ersterem u', in letzterem u für das ganze System constant bleibt, während C' in beiden von Curve zu Curve sich ändert. Im zweiten Falle ist die Lage des Poles Φ', Λ' wegen der Veränderlichkeit von u' variabel, und sind darum die Curven nicht parallel. Wenn Δ gross ist, unterscheiden sich beide Systeme wenig von einander.

Um die Beziehungen zwischen den Curven (63) und (58) kennen zu lernen, berechne man den Winkelabstand der Pole Φ, Λ und Φ', Λ', welcher durch die Gleichung

$$\cos S = \cos \Phi \cos \Phi' + \sin \Phi \sin \Phi' \cos(\Lambda - \Lambda')$$

ausgedrückt wird. Mit Rücksicht auf (62) und (57) findet man

$$\cos S = -\sin C'.$$

Für $C' = 0$ geht die Curve (63) in einen grössten Kreis über, und wird zugleich $S = 90°$. Hieraus ist zu ersehen, dass die Ebenen der beiden grössten Kreise, auf welchen, in dem nämlichen Augenblicke, einerseits $u' - u = 0$, andererseits $\Delta' - \Delta = 0$ ist, auf einander senkrecht stehen, und darum die Pole des einen im Umfange des anderen liegen. Aus (62) folgt ferner $\sin \Phi' \sin d + \cos \Phi' \cos d \cos(t + \Lambda' - a) = 0$. Dies beweist, dass der Pol Φ', Λ' und sein Gegenpunkt den Planeten in der Phase $\Lambda' = \Delta$ im Horizonte erblicken. Für $\Delta = R \pm r$ fallen diese Pole in die Grenzcurven $\left\{\begin{matrix}E, & A\\ E', & A'\end{matrix}\right\}$, und zwar an jene Stellen, wo die parallaktische Berührung gleichzeitig mit der geocentrischen erfolgt.

η. Haupthöhencurven.

Da die Parallaxe im Höhenkreise wirkt, ist der absolute Werth von $\Delta'-\Delta$ um so grösser, je weniger $\nu-u$ von 0 oder 180° abweicht, und erreicht, wie aus (56) ersichtlich, für $\nu-u=\begin{Bmatrix}0\\180°\end{Bmatrix}$, ihr Maximum. Die Curve, auf welcher, für eine gegebene Distanz Δ', dies stattfindet, bezeichnet Hansen als Haupthöhencurve. Zu deren Berechnung hat man aus (56) das Gleichungspaar:

$$\left.\begin{aligned}\nu&=u\\ \sin\zeta&=\frac{\Delta'-\Delta}{\pi'-\Pi'}\end{aligned}\right\}\quad\text{und}\quad\left.\begin{aligned}\nu&=180°+u\\ \sin\zeta&=\frac{\Delta-\Delta'}{\pi'-\Pi'}\end{aligned}\right\}\qquad\ldots(64)$$

Für jede zulässige Normalzeit erhält man daraus ζ und ν, folglich zwei Punkte der Curve.

Etwas davon verschieden ist die Curve, auf welcher, zu einer gegebenen Zeit, $\nu-u=\begin{Bmatrix}0\\180°\end{Bmatrix}$, wo also Δ' variabel und Δ constant ist. Ihre Gleichung ist:

$$\operatorname{tang}\nu=\operatorname{tang}u\quad\text{oder}\quad\eta'\cos u-\xi'\sin u=0,$$

woraus erhellt, dass sie mit der Curve, wo $u'-u=0$, zusammenfällt.

Für die Haupthöhencurve der parallaktischen grössten Phase folgt aus $m'\delta'+n'\alpha'=0$, mit Rücksicht auf (24′) und (28), wenn man $\nu=\begin{Bmatrix}u\\180°+u\end{Bmatrix}$ setzt und das mit $(\pi'-\Pi')^2$ behaftete Glied vernachlässigt:

$$\Delta v\cos(w-u)\pm(\pi'-\Pi')v\sin\zeta+\mu\Delta(\pi'-\Pi')\sin u\cos d\cos\zeta=0.\qquad\ldots(65)$$

Setzt man nun $\frac{\mu\Delta}{v}\sin u\cos d=\operatorname{tang}x$, so hat man, zur Bestimmung eines beliebigen Punktes der Curve:

$$\left.\begin{aligned}\nu&=u\\ \sin(\zeta+x)&=-\frac{\Delta\cos x\cos(w-u)}{\pi'-\Pi'}\end{aligned}\right\}\quad\text{und}\quad\left\{\begin{aligned}\nu&=180°+u\\ \sin(x+\zeta)&=-\frac{\Delta\cos x\cos(w-u)}{\pi'-\Pi'}\end{aligned}\right.$$

Im Allgemeinen weicht dieselbe wenig von jener Curve ab, auf welcher, um die Zeit der geocentrischen grössten Phase, $\nu-u=\begin{Bmatrix}0\\180°\end{Bmatrix}$. Man hat dafür die Gleichung:

$$\operatorname{tang}\nu=\operatorname{tang}u_k\quad\text{oder}\quad\eta'\cos u_k-\xi'\sin u_k=0,$$

woraus man erkennt, dass sie mit dem grössten Kreise, welchem die Bedingung $(u'-u)_k=0$ entspricht, identisch ist.

Curven, auf welchen $\nu-u=\pm 90°$.

An den Punkten, welche dieser Bedingung entsprechen, ist die Parallaxe des Positionswinkels am grössten. Hier ist, vermöge Gleichung (26′), $\Delta'^2=\Delta^2+(\pi'-\Pi')^2\sin\zeta^2$.

1. **Für ein constantes** Δ' hat man sonach zur Bestimmung einzelner Punkte der Curve:

$$\left.\begin{aligned}\nu&=u\pm 90°\\ \sin\zeta&=\frac{\sqrt{\Delta'^2-\Delta^2}}{\pi'-\Pi'}\end{aligned}\right\}\qquad\ldots(66)$$

2. Für eine gegebene Zeit hingegen ist

$$\operatorname{tang}\nu=\frac{\eta'}{\xi'}=-\operatorname{cotg}u\quad\text{oder}\quad\eta'\sin u+\xi'\cos u=0.\qquad\ldots(67)$$

Wird auf diese Gleichung die schon wiederholt gebrauchte Transformation angewendet, so erweist sich die Curve identisch mit dem grössten Kreise, auf welchem, um dieselbe Zeit, $\Delta'=\Delta$.

Für die Bedingung $\nu - u = \pm 90°$ in der parallaktischen grössten Phase ist:

$$\Delta v \cos(w-u) + \mu \Delta (\pi' - \Pi') (\pm \sin d \sin \zeta + \cos d \cos \zeta \cos u), \qquad ...(68)$$

welche Gleichung in ähnlicher Weise wie (65) zu behandeln ist.

Ähnlich gestaltet ist die Curve, auf welcher, um die Zeit T_k, $\nu - u = \pm 90°$ ist. Sie fällt mit dem grössten Kreise zusammen, wo um die nämliche Zeit $\Delta' = \Delta$ ist.

Curve einer gegebenen Phase im Meridian.

Im Meridian ist $s = \begin{Bmatrix} 0 \\ 180° \end{Bmatrix}$, also auch $\nu = \begin{Bmatrix} 0 \\ 180° \end{Bmatrix}$. Zur Bestimmung eines einzelnen Punktes aus ν und ζ hat man daher für ein gegebenes Δ':

$$\nu = \begin{Bmatrix} 0 \\ 180° \end{Bmatrix} \quad \text{und} \quad \Delta'^2 = \Delta^2 \pm 2(\pi' - \Pi') \Delta \sin \zeta \cos u + (\pi' - \Pi')^2 \sin \zeta^2,$$

wo Δ' constant, Δ und u aber variabel sind.

Wäre aber Δ gegeben, so fiele die Curve mit dem Erdmeridiane zusammen, dessen östliche Länge $= a - t$. Wenn $\frac{\pi - \Pi}{\Delta}$ klein ist, sind die beiden Curven wenig von einander verschieden.

Für die parallaktische grösste Phase im Meridian gelten die Gleichungen:

$$\nu = \begin{Bmatrix} 0 \\ 180° \end{Bmatrix} \quad \text{und} \quad \Delta v \cos(w-u) \pm (\pi' - \Pi') v \sin \zeta (\cos u - \mu \Delta \sin u) + (\pi' - \Pi') \mu \Delta \cos d \sin u \cos \zeta = 0,$$

zu deren bequemerer Auflösung man

$$\frac{v \cos u - \mu \Delta \sin d \sin u}{\mu \Delta \cos d \sin u} = \operatorname{tang} x$$

setzen kann, worauf sich ξ aus

$$\cos(\xi \mp x) = -\frac{v \cos x \cos(w-u)}{\mu \cos d \sin u}$$

ergibt.

Wenn $\frac{\pi - \Pi}{\Delta}$ klein ist, weicht die Curve sehr wenig von dem Erdmeridiane von der geographischen Länge $\lambda = (a-t)_k$ ab.

k. Berechnung der Sonnenparallaxe aus den Erscheinungen eines Venusvorüberganges.

Wenn man, an einem Orte von genau bekannter geographischer Position, die Ortszeit einer inneren Ränderberührung beobachtet, kennt man die der Beobachtung entsprechende Normalzeit, wodurch auch die Grössen δ, α, x, y, R' [1] [s. Gleichung (20')] gegeben sind, und kann daher Π aus der Gleichung

$$(R' - r)^2 = (\delta + \Pi x(^2 + (\alpha + \Pi y)^2 \qquad ...(69)$$

gefunden werden. Da Π schon näherungsweise bekannt ist, und es sich daher nur um eine Verbesserung $d\Pi$ des genäherten Werthes Π handelt, kann man sich hierzu auch der Gleichung

$$d\Pi = \frac{(R' - r)^2 - (\delta + \Pi x)^2 - (\alpha + \Pi y)^2}{2(\delta x + \alpha y) + 2\Pi (x^2 + y^2)} \qquad ...(70)$$

bedienen. In beiden Fällen ist eine genaue Kenntniss der geographischen Länge erforderlich, weil man zur Bestimmung von δ und α, die Normalzeit benöthigt. Um eine mangelhafte Längenbestimmung möglichst unschädlich zu machen, kann man, nach Halley, folgendes Verfahren einschlagen:

Es sei λ die näherungsweise bekannte Länge, $\lambda + d\lambda$ ihr genauer Werth, $\mathfrak{T}_{c'}$ die Ortszeit einer inneren Berührung, folglich $T_{c'} = \mathfrak{T}_{c'} - \lambda - d\lambda$ die dazu gehörige Normalzeit. Beziehen sich δ, α auf die Normalzeit

[1] Für R' hat man den Ausdruck: $R' = R + R\Pi \sin 1'' [\sin D \sin \varphi + \cos D \cos \varphi \cos(t + \lambda - A)]$.

$\mathfrak{T}_{c'}-\lambda$, so ist in (70), statt dieser Werthe, $\delta-m\,d\lambda$, $\alpha-n\,d\lambda$ zu setzen. Bedenkt man nun, dass $d\lambda$ jedenfalls klein sein wird, und dass die x, y innerhalb eines kleinen Intervalles als constant betrachtet werden dürfen, so sieht man ein, dass an die Stelle von (70) folgende Gleichung tritt:

$$[\delta x+\alpha y+\Pi(x^2+y^2)]2d\Pi-[\delta m+\alpha n+\Pi(mx+ny)]d\lambda=(R'-r)^2-(\delta+\Pi x)^2-(\alpha+\Pi y)^2. \quad ...(71)$$

Wird, nebst dem Eintritte, auch der Austritt beobachtet, so hat man für jede der beiden Berührungen eine Gleichung wie (71), und kann aus diesen beiden Gleichungen sowohl $d\Pi$ als $d\lambda$ finden.

Liessen sich die äusseren Berührungen ebenso scharf, wie die inneren, beobachten, so könnte man, da man dann vier Gleichungen hat, auch die von den Tafelfehlern herrührenden Fehler $d\delta$, $d\alpha$ bestimmen. Da aber dies nicht der Fall ist, so thut man besser, wenn es sich um die Berichtigung der Tafelörter handelt, die inneren Berührungen an solchen Punkten der Erdoberfläche zu beobachten, wo sie nahe am Zenithe stattfinden und dadurch der Einfluss der Parallaxe verschwindet. Sind die beiden geographischen Längen genau bekannt, so hat man dann zur Bestimmung von $d\alpha$ und $d\delta$, zwei Gleichungen von der Form:

$$(R'-r)^2=\delta^2+\alpha^2+2\delta\,d\delta+2\alpha\,d\alpha.$$

Über die mehr oder weniger günstige Lage des Beobachtungsortes, zur Bestimmung der Sonnenparallaxe aus der Beobachtung eines Berührungsmomentes, geben die isosthenischen oder die damit nahe übereinstimmenden Curven gleichzeitiger Berührung Aufschluss. Die günstigsten Beobachtungsorte liegen in der Nähe jener Punkte, wo die Berührung zuerst und zuletzt gesehen wird, weil dort der numerische Werth von $\Delta'-\Delta$ am grössten ist.

Soll die Sonnenparallaxe aus der Dauer des Vorüberganges abgeleitet werden, so wird man am zweckmässigsten in der Nähe der Punkte der längsten und kürzesten Dauer, namentlich des letzteren, beobachten, und entscheiden die Curven gleicher Dauer über den Grad der Günstigkeit.

Es ist klar, dass das eben Gesagte auch auf die Beobachtung einer beliebigen Phase, deren Distanz Δ' durch Messung bestimmt wurde, Anwendung findet. Auch bei den Contactbeobachtungen wird Π aus Δ' abgeleitet, dessen Werth aber hier schon im Voraus bekannt ist. Die Messung der Distanz kann sowohl durch geeignete Apparate am Fernrohre als an photographischen Abbildungen einzelner Durchgangsmomente ausgeführt werden. Die am Fernrohre ausgeführten Messungen gestatten eine grosse Schärfe; da sie aber Zeit erfordern, ist man dabei auf die Nähe der grössten Phase beschränkt, wo sich Δ' sehr langsam ändert. Derlei Beobachtungen werden darum am besten in der Nähe jener Punkte angestellt, wo K' seinen grössten oder kleinsten Werth hat.

Nach Oppolzer wäre es zweckmässig, an photographischen Abbildungen, die Messung der Distanz mit jener des Positionswinkels u' zu verbinden, weil, wie die Gleichungen (25) und (27) zeigen, Π auch aus $u'-u$ abgeleitet werden kann. Diese Gleichungen zeigen ferner, dass $u'-u$, wie $\Delta'-\Delta$, im Horizonte seinen grössten numerischen Werth hat, und dass $u'-u$ im Allgemeinen um so grösser ist, je kleiner $\Delta'-\Delta$. Indem man sowohl Δ' als u' misst, erreicht man daher den Vortheil, dass man, aus jeder in geringer Höhe angestellten Beobachtung, günstige Daten für die Parallaxenbestimmung erhält.

Nebst diesen Messungen empfiehlt Oppolzer die Beobachtung der Rectascensionsdifferenz $A'-a'$, welche sich aus der zwischen den Durchgängen der beiden Gestirne durch einen senkrecht auf die tägliche Bewegung im parallaktisch aufgestellten Fernrohre angebrachten Faden verfliessenden Zeit ergibt. Bezeichnen t_1 und t die Sternzeiten des Durchganges der Sonne und des Planeten, $\varkappa$ den Modulus zur Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit, so ist, für den Augenblick des Sonnendurchganges, $A'-a'=15(t_1-t)\left(1+\frac{n'}{\varkappa}\right)$. n' hat hier die in *f)* angegebene Bedeutung. Nachdem $A'-a'$ gefunden, hat man $\alpha'=(A'-a')\cos d'$, und endlich $\Pi=\frac{\alpha'-\alpha}{y}$. [S. Gleichung (20').]

Da es sich hier darum handelt, dass $\alpha'-\alpha$ und y möglichst gross seien, und y nahe $=(q-1)\,\eta=(q-1)\cos\bar{\varphi}\sin s$ [s. Gleichung (20'')], eignen sich zu dieser Parallaxenbestimmung alle Punkte von geringer

geographischer Breite, wo irgend eine Phase des Durchganges in der Nähe des Horizonts erfolgt, und liegen die günstigsten Beobachtungsstellen in der Nähe des Zusammentreffens der Sichtbarkeitsgrenzen mit dem Äquator.

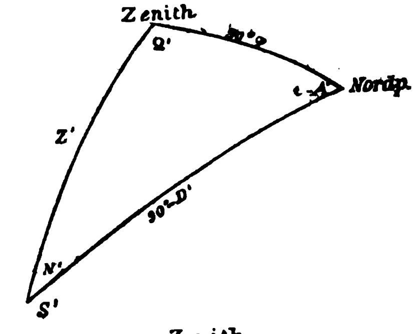
l. Berücksichtigung der Refraction.

Die Contactmomente sind von der Strahlenbrechung unabhängig, nicht aber Distanz und Positionswinkel. Wenn diese Grössen durch Messung gefunden werden sollen, ist darum der Einfluss der Refraction in Rechnung zu ziehen. Um die von der Refraction befreiten Δ', u' etc. aus den damit behafteten, unmittelbar aus der Beobachtung erhaltenen Δ'', u'' etc. abzuleiten, kann man so verfahren:

Aus der geographischen Position des Beobachtungsortes und der Orts-Sternzeit t kann man sowohl die geocentrischen (D, A), als die parallaktischen Sonnencoordinaten D', A' finden, und ist dann in dem sphärischen Dreiecke „S'—Zenith—Nordpol“, wo S' den parallaktischen Sonnenort bezeichnet:

$$\cos Z' = \sin\varphi \sin D' + \cos\varphi \cos D' \cos(t - A') \qquad ...(72)$$

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{cotg}\Omega' &= \operatorname{tang} D' \cos\varphi - \sin\varphi \cos(t - A') \\ \sin\Omega' &= \frac{\cos D' \sin(t - A')}{\sin Z'} \end{aligned}\right\} \qquad ...(73)$$



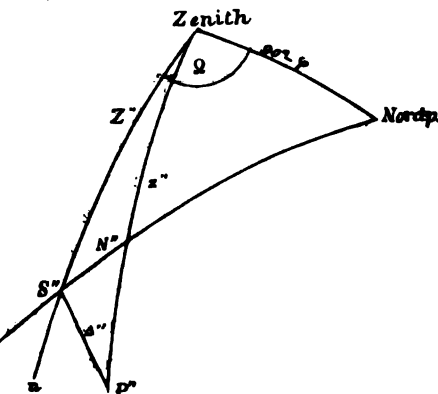
Ähnliche Gleichungen hat man für die analogen, auf den Planeten Bezug habenden z', ω'.

Ferner ist:

$$\sin D' = \sin\varphi \cos Z' + \cos\varphi \sin Z' \cos\Omega' \qquad ...(74)$$

$$\operatorname{cotg} N' = \frac{\operatorname{tang}\varphi \sin Z' \cos\Omega'}{\sin\Omega'} \qquad ...(75)$$

$$\sin N' = \frac{\cos\varphi \sin\Omega'}{\cos D'}. \qquad ...(76)$$



Es sei nun S'' und P'' der mit der Refraction behaftete Ort der Sonne und des Planeten, und man setze $Z'' = Z' - dZ$, $z'' = z' - dz$, $N'' = N' - dN$, $\Delta'' = \Delta' - d\Delta$, $u'' = u' - du$. Da Ω' von der Refraction unabhängig ist, erhält man durch Differentiiren von (75):

$$-\frac{dN}{\sin N'^2} = \frac{(\operatorname{tang}\varphi \cos Z' + \sin Z' \cos\Omega')\, dZ}{\sin\Omega'} = \frac{\sin D' . dZ}{\cos\varphi \sin\Omega'},$$

und mit Rücksicht auf (76):

$$dN = -\operatorname{tang} D' \sin N' . dZ,$$

folglich

$$N'' = N' + \operatorname{tang} D' \sin N' . dZ. \qquad ...(77)$$

Nun ist $\sphericalangle P'' S'' n = u'' - N''$, und bestehen die Gleichungen:

$$\cos\Delta'' = \cos z'' \cos Z'' + \sin z'' \sin Z'' \cos(\Omega' - \omega') \qquad ...(78)$$

$$\left.\begin{aligned} \sin\Delta'' \cos(u'' - N'') &= -\cos z'' \sin Z'' + \sin z'' \cos Z'' \cos(\Omega' - \omega') \\ \sin\Delta'' \sin(u'' - N'') &= \sin z'' \sin(\Omega' - \omega') \end{aligned}\right\} \qquad ...(79)$$

Aus (78) folgt:

$$d\Delta = [\cos z'' \sin Z'' - \sin z'' \cos Z'' \cos(\Omega' - \omega')] \frac{dZ}{\sin\Delta''} + [\sin z'' \cos Z'' - \cos z'' \sin Z'' \cos(\Omega' - \omega')] \frac{dz}{\sin\Delta''} \qquad ...(80)$$

Ist $\Omega' - \omega'$ sehr klein, so hat man sehr nahe:

$$d\Delta = \frac{(Z'' - z'')(dZ - dz)}{\Delta''}. \qquad ...(81)$$

Aus (79) erhält man

$$\cotg(u''-N'') = \frac{-\cotg z'' \sin Z'' + \cos Z'' \cos(\Omega'-\omega')}{\sin(\Omega'-\omega')},$$

und, wenn man diese Gleichung differentiirt, und dabei auf (78) und (79) Rücksicht nimmt:

$$du - dN = \frac{\sin(\Omega'-\omega')}{\sin \Delta''^2} (\sin z'' dZ - \sin Z'' dz), \qquad ...(82)$$

folglich

$$du = -\tang D' \sin N' dZ + \frac{\sin(\Omega'-\omega')}{\sin \Delta''^2} (\sin z'' dZ - \sin Z'' dz). \qquad ...(83)$$

Um bei der Beobachtung von Rectascensionsdifferenzen die Refraction in Rechnung zu ziehen, hat man nur dem nach der Formel: $A'-a' = 15(t_1-t)\left(1+\frac{n'}{x}\right)$ (s. Abschnitt *k*) gefundenen Rectascensionsunterschiede die Correction $\frac{\sin N' dZ}{\cos D'} - \frac{\sin \nu' dz}{\cos d'}$ hinzuzufügen. ν' ergibt sich aus (75) und (76) durch Vertauschung von N', Z', Ω', D' mit ν', z', w', d'.

dZ und dz sind mit den Argumenten Z' und z' einer Refractionstafel zu entnehmen.

Wegen der sehr kleinen Sonnen- und Planeten-Parallaxe, kann man, in den Gleichungen (72) bis (76), statt der parallaktischen Grössen Z', D', etc., die geocentrischen Z, D, etc. setzen.

II. Der Vorübergang der Venus am 6. December 1882.

Aus den Sonnentafeln von Leverrier erhalte ich folgende Werthe:

Geocentrischer Sonnenort.

T	Mittl. Länge L	Scheinb. Länge ⊙	log ℜ	Breite B
2ʰ	255°14'24"06	254°23'39"49	0·9934338—1	—0"12
5	21 47·61	31 16·74	0·9934269—1	—0·10
8	29 11·15	38 53·99	0·9934201—1	—0·08

Scheinbare Schiefe der Ekliptik ε = 23°27' 9"73
Mittlerer Halbmesser $\bar{R}$ . . . . = 0 16 0·00
Nutation in Länge ψ . . . . . = +12·48
Aberration in Länge . . . . . = 20·76.

Für die Äquatorial-Horizontalparallaxe $\bar{\Pi}$ in der Entfernung t, gibt Leverrier 8"95 an. Ich habe in Übereinstimmung mit den neueren Untersuchungen, $\bar{\Pi} = 8"85$ angenommen.

Aus ⊙ und B wurde A, und mittelst der Formeln:

Wahre Länge = ⊙ + Aberration,
Zeitgleichung = $A - L - \psi \cos\varepsilon$,
Wahre Zeit . = T — Zeitgleichung,
t . . . . . . = A + wahre Zeit.

$$\sin \Pi = \frac{\sin \bar{\Pi}}{\Re}$$

$$\sin R = \frac{\sin \bar{R}}{\Re},$$

die wahre Länge, die Zeitgleichung, Π und R, wie folgt, gefunden:

T	Wahre Länge	Zeitgleichung	R	log Π	A
2h	254°25' 0"25	— 8m42s44	974"625	0·953518	16h 52m15s93
5	31 37·50	39·22	40		48·75
8	39 14·70	36·00	55		21·51

Aus den Venustafeln von Leverrier ergibt sich:

Heliocentrischer Venusort.

T	Länge	Breite	Entfernung
2h	74°19'58"28	— 4'38"09	0·7205246
5	32 3·61	— 3 55·08	0·7205104
8	44 8·97	— 3 12·09	0·7204963

Aus den wahren Sonnen- und den heliocentrischen Venusörtern wurden die wahren geocentrischen, und durch Hinzufügen der Aberration, welche in Länge —3"33, in Breite +1"43 beträgt, folgende scheinbare geocentrische Coordinaten gefunden:

Geocentrischer Venusort.

T	☉	β	lg r	d	a
2h	254°35' 2"80	—12'39"50	0·422383—1	—22°46'15"	253°14'40"
5	30 29·70	—10 42·25	0·422378—1	43 47	10 0
8	25 56·53	— 8 45·04	0·422378—1	41 20	5 20

Nach Leverrier ist der mittlere scheinbare Halbmesser $\bar{r} = 8"305$. Nach den Formeln:

$$\sin r = \frac{\sin \bar{r}}{\mathfrak{r}} \quad \text{und} \quad \sin \pi = \frac{\sin \bar{\Pi}}{\mathfrak{r}}$$

findet man, für die ganze Dauer des Durchganges:

$$r = 31"402$$
$$\pi = 33 \cdot 463.$$

Relative Coordinaten der Venus.

Aus den scheinbaren Sonnen- und Venusörtern wurden, nach Gleichung (8), zunächst die Grössen B, A berechnet, und durch Interpolation nachstehende Tabelle, in welche auch die Werthe von θ und t aufgenommen wurden, entworfen:

T	B	A	θ	t
2h 0m	789"38	—683"31	—6°39'24"	19h 0m58s37
30	739·84	561·59	38 53	31 3·30
3 0	720·30	439·87	38 21	20 1 8·23
30	700·76	318·14	37 50	31 13·16
4 0	681·22	196·42	37 19	21 1 18·09
30	661·68	— 74·69	36 47	31 23·01
5 0	642·15	+ 47·04	36 16	22 1 27·94
30	622·61	168·77	35 44	31 32·87
6 0	603·08	290·50	35 13	23 1 37·80
30	583·55	412·24	34 41	31 47·73
7 0	564·02	533·98	34 10	0 1 47·66
30	544·49	655·72	33 38	31 52·58
8 0	524·96	777·46	33 7	1 1 57·51
30	503·43	899·20	32 36	32 2·44

Wie man sieht, können die Änderungen der Grössen B, Λ, innerhalb der halbstündigen Intervalle, der Zeit proportional angenommen und mittelst obiger Tabelle, für jede beliebige Normalzeit mit genügender Genauigkeit gefunden werden. Die Grössen M, N, v, W sind darum nahezu constant. Für die Zeiten der Hauptmomente finde ich:

	log — M	log N	log v	W
Eintritt	0·035674 — 2	0·830086—2	0·835612—2	99°7'44"
Grösste Phase. . .	0·035519—2	0·830199—2	0·835649—2	6 39
Austritt	0·035408—2	0·830172—2	0·835688—2	6 48

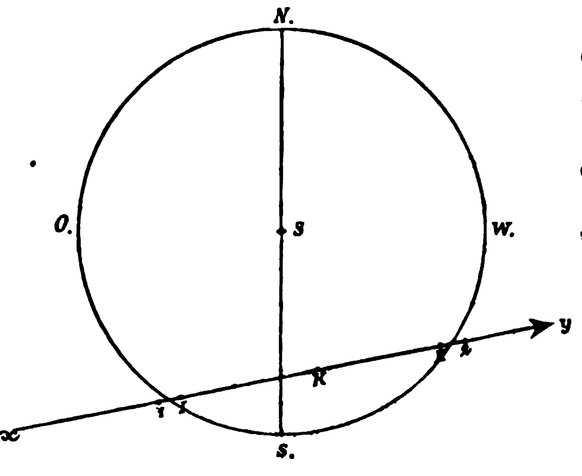
M, N sind hier die Änderungen von B, Λ in 1ˢ mittl. Zeit.

Der geocentrische Durchgang.

Mittelst der Tabelle S. 255 und den Gleichungen (8) können zu jeder beliebigen Normalzeit die entsprechenden Δ, U, u gefunden werden.

Für die fünf Hauptmomente ist:

	T	Δ	u
Äusserer Eintritt	T_1 =2ʰ 4ᵐ52ˢ8	1006"03	—34°36'31"
Innerer „	T_{I} =2 25 11·6	943·23	—31 22 48
Grösste Phase	T_k =5 13 27·3	641·49	+15 43 2
Innerer Austritt	T_{II}=8 1 42·6	943·25	+62 48 54
Äusserer „	T_2 =8 22 1·6	1006·06	+66 2 43



Die beigefügte Figur zeigt die Sonnenscheibe, deren Mittelpunkt in S, die relative Bahn xy der Venus und die Positionen des Venuscentrums in den fünf Hauptmomenten.

In diesen Augenblicken befindet sich die Venus im geocentrischen Zenithe folgender Punkte:

	φ	λ
Äusserer Eintritt	—22°54'4	— 33°14'7
Innerer „	54·1	— 38 19·5
Grösste Phase	51·8	— 80 34·7
Innerer Austritt	49·5	—122 49·8
Äusserer	49·2	—127 56·7

Der parallaktische Durchgang.

Für einen gegebenen Beobachtungsort.

Um die einer gegebenen Normalzeit entsprechenden Δ', u' zu finden, suche man zunächst B, Λ und θ aus der Tafel S. 255, rechne Δ, U aus (8), dann $\delta = \Delta\cos(U-\theta)$ und $\alpha = \Delta\sin(U-\theta)$. Für δ', α' hat man die Gleichungen (20'), wobei die 𝔄, 𝔅 etc. nachstehender Tafel zu entnehmen sind:

T	𝔄	𝔅	ℭ	𝔄'	𝔅'	ℭ'
2^h 0^m	2·50205	1·05817	32° 6'39"	+0·0041	2·72606	31°58'11"
30	224	772	39 37 15	33	595	39 30 33
3 0	243	727	47 7 56	26	588	47 2 55
30	261	682	54 38 37	17	582	54 35 16
4 0	280	637	62 9 16	+ 08	575	62 7 38
30	299	592	69 39 56	00	568	69 40 0
5 0	318	547	77 10 36	— 08	562	77 12 21
30	337	502	84 41 15	16	554	84 44 42
6 0	356	457	92 11 54	24	546	92 17 4
30	374	412	99 42 34	33	539	99 49 25
7 0	393	367	107 13 13	41	531	107 21 46
30	412	322	114 43 53	49	524	114 54 8
8 0	430	278	122 14 33	58	516	122 26 30
30	449	233	129 45 12	68	508	129 58 53

Δ', u' erhält man schliesslich aus (18).

Die Zeiten der Berührungen und der grössten Phase sind nach Gleichung (32) und (37) zu berechnen, wobei zu bemerken ist, dass das quadratische Glied $[\mathfrak{f} \sin \bar{\varphi} + \mathfrak{g} \cos \bar{\varphi} \cos (\lambda + \sigma)]^2$ für den Eintritt das Zeichen —, für den Austritt das Zeichen + erhält. Die f, g etc. sind den folgenden Tafeln zu entnehmen:

Äusserer Eintritt.

τ	$\log f$	$\log g$	h	e	$\log (-\mathfrak{f})$	$\log \mathfrak{g}$	σ
-8^m	2·54077	2·49013	92°59'4	5·53	0·9590—1	0·3360	31°14'10"
7	132	8891	93 7·1		595	65	29 14
6	187	769	14·6		601	71	44 18
5	242	646	22·0		607	77	59 22
4	297	2·48523	29·2	5·58	612	82	32 14 26
3	352	397	36·4		17	87	29 30
2	408	272	43·5		23	93	44 34
—1	464	144	50·5		29	99	59 38
0	521	018	57·5	5·65	35	0·3405	14 42
+1	578	2·47890	94 4·4		40	11	29 46
2	634	761	11·2		46	16	44 50
3	691	632	17·9		52	22	59 54
4	749	504	24·5	5·71	59	28	33 14 58
5	807	373	31·0		64	34	30 2
6	865	241	37·4		70	40	45 6
7	922	107	43·7		76	46	35 0 10
8	981	1·46974	49·9	5·77	0·9682—1	52	15 14

Äusserer Austritt.

τ	$\log (-f)$	$\log (-g)$	h	$-e$	$\log (-\mathfrak{f})$	$\log \mathfrak{g}$	σ
-8^m	2·25713	2·62840	46°12'7	5·76	0·9666—1	0·3454	125°56'40"
7	481	906	23·5		60	48	126 11 14
6	248	972	34·3		54	42	26 18
5	015	2·63037	45·2		48	36	41 22
4	2·24783	101	56·1	5·70	42	31	56 26
3	550	165	47 7·0		36	25	127 11 30
2	317	229	18·0		30	19	26 34
—1	084	293	29·0		24	13	41 38
0	2·23852	356	40·1	5·64	19	08	56 42
+1	619	419	51·2		13	02	128 11 46
2	387	481	48 2·3		07	0·3396	26 50
3	154	543	13·4		01	91	41 54
4	2·22922	605	24·5	5·58	0·9596—1	85	56 58
5	689	666	35·7		90	79	129 12 2
6	457	727	46·9		85	73	27 6
7	224	788	58·2		79	67	42 10
8	2·21992	848	49 9·5	5·52	74	62	57 14

Innerer Eintritt.

τ	$\log f$	$\log g$	h	$\mathfrak{e}$	$\log(-\mathfrak{f})$	$\log \mathfrak{g}$	σ
−8^m	2·57722	2·48875	95°14'2	6·18	0·9831−1	0·3602	36°18'59"
7	788	745	19·7		37	08	34 3
6	855	614	25·1		44	15	49 7
5	922	480	30·6		50	21	37 4 11
4	990	346	36·0	25	57	28	19 15
3	2·58058	212	41·2		63	34	34 19
2	127	077	46·2		70	41	49 23
−1	195	2·47941	51·1		76	47	38 4 27
0	263	803	56·0	32	83	54	19 31
+1	332	665	96 0·7		89	60	34 35
2	401	527	5·2		95	67	49 39
3	470	387	9·6		9·9901−1	73	39 4 43
4	540	246	13·9	40	08	80	19 47
5	610	104	18·0		14	86	34 51
6	681	2·46962	22·0		21	93	49 55
7	752	820	25·9		27	99	4 59
8	823	667	29·6	48	34	0·3706	20 3

Innerer Austritt.

τ	$\log(-f)$	$\log(-g)$	h	$-\mathfrak{e}$	$\log(-\mathfrak{f})$	$\log \mathfrak{g}$	σ
−8^m	2·33051	2·64024	42°41'2	6·48	0·9920−1	0·3707	120°49'18"
7	2·32810	089	51·2		13	701	121 4 22
6	569	154	43 1·2		07	694	19 26
5	328	219	11·2		00	88	34 30
4	088	284	21·3	40	0·9894−1	81	49 34
3	2·31847	349	31·5		88	75	122 4 38
2	607	414	41·7		81	68	19 42
−1	366	478	51·9		75	62	34 46
0	126	542	44 2·2	32	68	55	49 50
+1	2·30885	606	12·5		62	49	123 4 54
2	645	669	22·8		55	42	19 58
3	404	732	33·2		49	36	35 2
4	163	794	43·6	25	42	29	50 6
5	2·29923	856	54·1		36	23	124 5 10
6	684	917	45 4·6		29	16	20 14
7	444	978	15·1		23	10	35 18
8	205	2.65039	25·6	18	16	04	50 22

Grösste Phase.

τ	$\log F$	$\log\ -G)$	$-H$	$\log \mathfrak{F}$	$\log(-\mathfrak{G})$	σ
−5^m	1·94937	2·40365	5°52'5	0·5195	0·8989	79°19'23
4		416	17·4			34 27
3		470	4 42·3			49 31
2		523	7·2			80 4 35
−1		577	3 32·1			19 39
0	1·94937	631	2 57·1	·0·5195	0·8989	34 43
+1		688	22·2			49 47
2		746	1 47·3			81 4 51
3		805	12·4			19 35
4		869	0 37·6			34 59
5	1·94937	932	2·8	0·5195	0·8989	50 3

Die Anwendung der Formeln (32) und (37) lässt sich am besten an einem numerischen Beispiele zeigen: Es sei der innere Eintritt für Graz $\left\{\begin{matrix}\varphi = +47° \ 4'5 \\ \lambda = +15 \ 28·8\end{matrix}\right\}$ zu berechnen. Nach der Tafel S. 238 ist $\bar{\varphi} = 46°58'8$. Indem man zuerst $\tau = 0$ setzt, ist:

$$\log f = 2\cdot58263 \qquad \lambda = +\ 15°28'8 \qquad \log g = 2\cdot47803$$
$$\log \sin \bar\varphi = 0\cdot86440-1 \qquad h = +\ 95\ 56\cdot0 \qquad \log \cos \bar\varphi = 0\cdot83395-1$$
$$\log (f \sin \bar\varphi) = 2\cdot44703 \qquad \lambda + h = 111\ 24\cdot8 \qquad \log - \cos(\lambda+h) = 0\cdot56221-1$$
$$\log - g \cos \bar\varphi \cos(\lambda+h) = 1\cdot87419$$

$$f \sin \bar\varphi = +279'9$$
$$g \cos \bar\varphi \cos(\lambda+h) = -\ 74\cdot8$$
$$\tau = 205\cdot1 = +3^m25'1$$

Mittelst dieses Näherungswerthes findet man nun genauer:

$$\log f = 2\cdot53499 \qquad \lambda = 15°24'8 \qquad \log g = 2\cdot47362$$
$$\log \sin \bar\varphi = 0\cdot86400-1 \qquad h = 96\ 11\cdot4 \qquad \log \cos \bar\varphi = 0\cdot88395-1$$
$$\log f \sin \bar\varphi = 2\cdot44939 \qquad \lambda + h = 111\ 40\cdot3 \qquad \log - \cos(\lambda+h) = 0\cdot56733-1$$
$$\log - g \cos \bar\varphi \cos(\lambda+h) = 1\cdot87490$$

$$\log(-\mathfrak{f}) = 0\cdot9904-1 \qquad \sigma = 39°11' \qquad \log \mathfrak{g} = 0\cdot3676$$
$$\log \sin \bar\varphi = 0\cdot8640-1 \qquad \lambda+\sigma = 54\ 40 \qquad \log \cos \varphi = 0\cdot8340-1$$
$$\log - \mathfrak{f} \sin \bar\varphi = 0\cdot8545-1 \qquad \log - \cos(\lambda+\sigma) = 0\cdot7623-1$$
$$\log - \mathfrak{g} \cos \bar\varphi \cos(\lambda+\sigma) = 0\cdot9639-1$$

$$f \sin \bar\varphi = +281'44 \qquad \mathfrak{f} \sin \bar\varphi = -0'72$$
$$g \cos \bar\varphi \cos(\lambda+h = -\ 74\cdot97 \qquad \mathfrak{g} \cos \varphi \cos(\lambda+\sigma) = +0\cdot98$$
$$\mathfrak{e} = +\ 6\cdot39 \qquad \mathfrak{f} \sin \bar\varphi + \mathfrak{g} \cos \bar\varphi \cos(\lambda+\sigma) = +0\cdot26$$
$$[\mathfrak{f} \sin \bar\varphi + \mathfrak{g} \cos \bar\varphi \cos(\lambda+\sigma] = -\ 0\cdot07$$

$$\tau = +212\cdot78 = +\ 3^m32'8$$
$$T_I = 2^h25\ 11\cdot6$$
$$\text{Normalzeit } T_{I'} = 2\ 28\ 44\cdot4$$
$$\lambda = +1\ \ 1\ 55$$
$$\text{Ortszeit } \mathfrak{T}_{I'} = 3\ 30\ 39$$

Eine abermalige Wiederholung der Rechnung wird selten nöthig sein.

Anfang und Ende der Berührungen und der grössten Phase. Grösstes und kleinstes K'. Kürzeste und längste Dauer des Durchganges.

Folgende Tabelle gibt die Zeiten des Anfanges und des Endes der fünf Hauptmomente nebst den dazu gehörigen Beobachtungsorten:

		Pariser mittl. Zeit	Mittl. Ortszeit	φ	λ
Äusserer Eintritt	zuerst	1ʰ57ᵐ12ˢ2	7ʰ45ᵐ10ˢ0	−48°39'3	+ 86°59'5
	zuletzt	2 12 39·0	19 53 20·8	+50 30·3	− 94 47·3
Innerer Eintritt	zuerst	2 17 10·2	7 56 14·0	−51 4·4	+ 84 46·0
	zuletzt	2 33 23·8	20 7 3·9	+53 12·8	− 96 35·0
Grösste Phase	zuerst	5 8 58·7	5 31 19·0	−19 24·5	+ 5 35·1
	zuletzt	5 17 58·7	17 19 19·8	+19 11·8	−179 39·8
Innerer Austritt	zuerst	7 53 29·8	5 2 52·9	+26 22·3	− 42 39·2
	zuletzt	8 9 44·7	17 8 0·1	−23 52·1	+134 33·8
Äusserer Austritt	zuerst	8 14 13·9	5 9 10·8	+23 13·2	− 46 15·7
	zuletzt	8 29 41·6	17 13 21·8	−21 6·9	+130 55·0

Der Ort, welcher die grösste Phase zuletzt erblickt, hat insofern nur eine analytische Bedeutung, als daselbst der Planet um die angegebene Ortszeit, etwa 14° unter dem Horizonte steht.

Für den kleinsten und grössten Werth von K', welche zugleich mit der geocentrischen grössten Phase statthaben, und die entsprechenden Beobachtungsorte und Zeiten, erhalte ich:

	φ	λ	Mittl. Ortszeit	Pariser mittl. Zeit
$K'_{-} = 10' 17''08$	−62°45'8	+135' 29'4	$14^h 15^m 24^s 9$	$5^h 13^m 27^s 3$
$K'_{+} = 11\ \ 5{\cdot}91$	+62 45·8	− 44 30·6	2 15 24·9	

Die Beobachtungsorte für die kürzeste und längste Dauer (vom inneren Eintritte bis zum inneren Austritte) und die dazu gehörigen Normal- und Ortszeiten sind:

	φ	λ	Pariser mittl. Zeit		Mittl. Ortszeit	
			Eintritt	Austritt	Eintritt	Austritt
Kürzeste Dauer $= 5^h 21^m 29^s$	+42°37'	− 63°56'	$2^h 32^m 42^s$	$7^h 54^m 11^s$	$22^h 16^m 58^s$	$3^h 38^m 27^s$
Längste „ = 5 51 13	−40 3	+114 35	2 17 51	8 9 4	9 55 11	15 46 24

Der Ort längster Dauer hat nur analytische Bedeutung, da mit Rücksicht auf dessen geographische Breite und die angegebenen Ortszeiten, Eintritt und Austritt, unter dem Horizonte dieses Ortes erfolgt.

Grenzcurven. Sichtbarkeitsgrenzen.

Anfang im Horizonte (*E*)			Ende im Horizonte (*A*)		
φ	λ		φ	λ	
+67°13'	− 34°52'	in der oberen Culmination (*e*)	+67°19'	−127° 9'	in der oberen Culmination (*g*)
+60 0	+ 9 1	im Untergange	+60 0	− 82 56	im Untergange
+40 0	+ 35 47		+40 0	− 56 38	
+20 0	+ 48 22		+20 0	− 44 45	
0 0	+ 57 51		0 0	− 36 10	
−20 0	+ 67 9		−20 0	− 27 49	
−40 0	+ 79 19		−40 0	− 15 41	
−60 0	+105 14		−60 0	+ 8 35	
−67 13	+148 20	in der unteren Culmination (*f*)	−67 19	+ 51 19	in der unteren Culmination (*h*)
−60 0	−168 0	im Aufgange	−60 0	+ 94 23	im Aufgange
−40 0	−143 35		−40 0	+119 44	
−20 0	−132 29		−20 0	+131 22	
0 0	−124 21		0 0	+140 18	
+20 0	−116 4		+20 0	+149 28	
+40 0	−104 30		+40 0	+161 53	
+60 0	− 78 30		+60 0	−171 48	

Obere Culmination im Horizonte (*O*)		Untere Culmination im Horizonte (*U*)	
φ	λ	φ	λ
+67°13'	− 34°52'	−67°19'	+ 51°19'
15	− 54 36	17	+ 70 11
16	− 77 12	16	+102 48
17	−109 49	15	+125 24
19	−127 9	13	+148 20

Für die Punkte *i*, *k*, in welchen sich die Curven *E* und *A* schneiden, ergeben sich folgende geographische Positionen, Normal- und Ortszeiten:

	φ	λ	Pariser mittl. Zeit		Mittl. Ortszeit	
			Eintritt	Austritt	Eintritt	Austritt
i	+59° 1'	−80°48'	2h 12m 31s	8h 16m 22s	20h 49m 19s	2h 53m 10s
k	−57 27	+99 45	1 57 23	8 27 25	8 36 23	15 6 2

Grenzcurven der inneren Berührungen.

Innerer Eintritt im Horizonte (*E'*) φ	λ		Innerer Austritt im Horizonte (*A'*) φ	λ	
+67°14°	− 40° 6	in der oberen Culmination	+67°10°	−121°51'	in der oberen Culmination
+60 0	+ 3 45	im Untergange	+60 0	− 77 41	im Untergange
+40 0	+ 30 32		+40 0	− 51 31	
+20 0	+ 43 14		+20 0	− 39 32	
0 0	+ 52 44		0 0	− 31 1	
−20 0	+ 62 4		−20 0	− 22 44	
−40 0	+ 74 22		−40 0	− 11 37	
−60 0	+100 16		−60 0	+ 13 21	
−67 14	+143 22	in der unteren Culmination	−67 10	+ 56 17	in der unteren Culmination
−60 0	−173 44	im Aufgange	−60 0	+ 99 19	im Aufgange
−40 0	−148 35		−40 0	+124 42	
−20 0	−137 28		−20 0	+136 24	
0 0	−129 23		0 0	+145 22	
+20 0	−121 10		+20 0	+154 34	
+40 0	−109 38		+40 0	+167 15	
+60 0	− 83 44		+60 0	−166 10	

Für die den *i*, *k* analogen Punkte *i'*, *k'*, ergeben sich nachstehende Werthe:

	φ	λ	Pariser mittl. Zeit		Mittl. Ortszeit	
			Eintritt	Austritt	Eintritt	Austritt
i'	+61°12'	−80°42'	2h 33m 13s	7h 55m 43s	21h 10m 25s	2h 32m 55s
k'	−59 48	+99 47	2 17 21	8 7 32	8 56 30	14 46 41

Grenzcurve der grössten Phase.

φ	λ		φ	λ	
+67°16'	−80°51	in der oberen Culmination	−67°16'	+ 99°42'	in der unteren Culmination
+60 0	−37 0	im Untergange	−60 0	+142 50	im Aufgange
+40 0	−10 35		−40 0	+168 17	
+20 0	+ 1 31		−20 0	+179 46	
0 0	+10 29		0 0	−172 8	
−20 0	+19 17		+20 0	−162 53	
−40 0	+30 58		+40 0	−150 58	
−60 0	+56 34		+60 0	−124 43	

Curven gleichzeitiger innerer Berührung.

Dieselben wurden nach der Formel (51′) berechnet. In dem folgenden Schema haben $\varkappa$, ρ, Pr und Λ die S. 247 angegebene Bedeutung. Bezüglich des Zeichens Λ sei noch bemerkt, dass dasselbe die geographische Länge des Punktes r bezeichnet. Der Halbmesser k des Äquators in den beigegebenen stereographischen Planigloben wurde $= 3$ Zoll angenommen.

Innerer Eintritt.

Nördliche Halbkugel				Südliche Halbkugel			
τ	Λ	Pr	ρ	τ	Λ	Pr	ρ
0	— 95°56′	2"36	3"82	0	+ 84° 4′	2"36	3"82
+2^m	— 96 5	1·78	2·81	—2^m	+ 84 14	1·81	2·82
+4	— 96 14	1·42	2·03	—4	+ 84 24	1·47	2·05
+6	— 96 22	1·19	1·31	—6	+ 84 35	1·24	1·33
+8	— 96 30	1·01	0·26	—8	+ 84 46	1·08	0·30
—2	— 95 46	3·50	5·42	+2	+ 83 55	3·40	5·36
—4	— 95 36	6·51	9·06	+4	+ 83 46	6·14	8·74

Innerer Austritt.

Nördliche Halbkugel				Südliche Halbkugel			
τ	Λ	Pr	ρ	τ	Λ	Pr	ρ
0	— 44° 2′	6"41	7"13	0	+135°58′	6"41	7"13
—2^m	— 43 42	4·04	4·33	+2^m	+135 37	4·12	4·39
—4	— 43 21	2·93	2·83	+4	+135 16	3·03	2·89
—6	— 43 1	2·30	1·72	+6	+134 55	2·40	1·77
—8	— 42 41	1·89	0·34	+8	+134 34	1·98	0·40
+2	— 44 23	16·12	17·17	—2	+136 18	15·18	16·26
+4	+135 16	33·58	32·06	—4	— 43 21	43·03	41·46
+6	+134 55	8·26	6·10	—6	— 43 1	8·86	6·62

Die Austrittscurven für $\tau = \pm 2^m$ und $\pm 4^m$, welchen sehr grosse Halbmesser entsprechen, wurden durch je drei Punkte bestimmt, welche hier folgen:

$$\tau = +\,2^m \begin{cases} \varphi = 0°\ 0' \\ \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = +51\ \ 11 \end{cases} \quad \begin{vmatrix} \lambda = +\ 61°20' \\ \lambda = -150\ \ \ 5 \\ \lambda = +135\ \ 37 \end{vmatrix} \qquad \tau = -\,2^m \begin{cases} \varphi = 0°\ 0' \\ \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = -50\ \ 34 \end{cases} \quad \begin{vmatrix} \lambda = -117°54' \\ \lambda = +\ 30\ \ 30 \\ \lambda = -\ 43\ \ 31 \end{vmatrix}$$

$$\tau = +\,4^m \begin{cases} \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = +36\ \ 16 \end{cases} \quad \begin{vmatrix} \lambda = +\ 77\ \ 57 \\ \lambda = -167\ \ 24 \\ \lambda = +135\ \ 16 \end{vmatrix} \qquad \tau = -\,4^m \begin{cases} \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = 0\ \ \ 0 \\ \varphi = -34\ \ 58 \end{cases} \quad \begin{vmatrix} \lambda = -100\ \ 15 \\ \lambda = +\ 13\ \ 32 \\ \lambda = -\ 43\ \ 21 \end{vmatrix}$$

Curven gleicher Dauer des Vorüberganges

(vom inneren Eintritte bis zum inneren Austritte).

In der folgenden Tabelle ist $\tau = T_{II'} - T_{I'} - (T_{II} - T_{I})$, und haben Λ, Pr und ρ eine ähnliche Bedeutung, wie bei den soeben behandelten Curven:

Nördliche Halbkugel				Südliche Halbkugel			
τ	Λ	Pr	ρ	τ	Λ	Pr	ρ
—14m	—64°42'	1r41	0r63	+12m	+115°18'	1r54	1r21
—12		1·54	1·21	+10		1·69	1·67
—10		1·69	1·67	+ 8		1·88	2·11
— 8		1·88	2·11	+ 6		2·12	2·58
— 6		2·12	2·58	+ 4		2·43	3·11
				+ 2		2·84	3·74
				0		3·42	4·55
				— 2		4·31	5·67
				— 4		5·79	7·41

Anmerkung. Es sei hier bemerkt, dass in der Peter'schen Darstellung dieser Curven (Untersuchung des Venus-Vorüberganges im Jahre 1882 von Bruno Peter) auf der nördlichen Halbkugel die den Curven beigesetzten Werthe von τ sämmtlich um 2m zu gross angegeben sind.

τ	φ	λ
τ = — 6m	φ = 0° 0'	λ = — 7°11'
	φ = 0 0	λ = —122 13
	φ = —24 58	λ = — 64 42
τ = — 8m	φ = 0 0	λ = — 20 0
	φ = 0 0	λ = —109 24
	φ = —16 12	λ = — 64 42
τ = —10m	φ = 0 0	λ = — 38 9
	φ = 0 0	λ = — 91 14
	φ = — 6 29	λ = — 64 42

Curven gleichzeitiger grösster Phase.

Nördliche Halbkugel				Südliche Halbkugel			
τ	Λ	Pr	ρ	τ	Λ	Pr	ρ
+4m	—179°23'	2r34	1r12	—4m	+ 5°17'	2r34	
+2	—178 13	3·67	3·48	—2	+ 4 7	3·65	
0	—177 3	8·58	9·09	0	+ 2 57	8·58	
—4	+ 5 17	5·12	2·44	+4	—174 43	5·09	
	φ	λ			φ	λ	
—2	+44°53'	+ 4° 7'		+2	—44°48'	—178°13'	
	0 0	+65 57			0 0	—116 14	
	0 0	—57 43			0 0	+119 48	

Curven gleichen Werthes von Δ' zur Zeit T_1.

E	Pr	ρ	E	Pr	ρ
0°	0r73	0r00	60°	0r99	1r87
10	0·74	0·28	70	1·12	2·29
20	0·75	0·56	80	1·30	2·78
30	0·78	0·86	90	1·55	3·37
40	0·83	1·17	100	1·93	4·13
50	0·90	1·50	110	2·52	5·16

Dabei ist:

für die nördliche Halbkugel $\begin{cases} \Phi = +\ 62°46' \\ \Lambda = -\ 44\ 31 \end{cases}$

" " südliche " $\begin{cases} \Phi = -\ 62\ 46 \\ \Lambda = +135\ 29 \end{cases}$

E bezeichnet den Abstand der Curve vom Punkte Φ, Λ.

Haupthöhencurven.

	Λ	Pr	ρ
Innerer Eintritt	+ 38°24' —141 36	5ᶻ67	6ᶻ42
Innerer Austritt	—175 55 + 4 5	2·09	3·65
Grösste Phase	—114 23 + 15 37	11·63	12·01

Diese Curven wurden mittelst der Näherungsgleichung: $\eta \cos u - \xi \sin u = 0$ berechnet.

Erklärung der Karten.

Tafel I

zeigt die Sichtbarkeitsgrenzen des Venusvorüberganges vom 6. December 1882. (Siehe hierüber den Abschnitt *α*. Sichtbarkeitsgrenzen.) Bezüglich der Punkte *a*, *b*, *c*, *d*, *l*, *m*, gilt Folgendes:

a sieht den Anfang zuerst
b „ „ „ zuletzt
c „ das Ende zuerst
d „ „ „ zuletzt
l „ den Anfang im geocentrischen Zenithe
m „ das Ende „ „ „

Die Punkte *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *k* haben die im Abschnitte *i* (*α* Sichtbarkeitsgrenzen) angegebene Bedeutung. Dasselbe gilt von den Flächen I, II, III, IV und den kleinen Dreiecken *egi* und *fhk*.

Tafel II

enthält die Grenzcurven E' und A', auf welchen der innere Ein- und Austritt im Horizonte erfolgt, nebst den Curven gleichzeitiger innerer Berührung. Die beigefügten Zahlen bezeichnen, die zwischen der geocentrischen und der parallaktischen Berührung verfliessende Zeit, in mittleren Zeitminuten ausgedrückt, und sind positiv oder negativ, je nachdem die parallaktische Berührung nach oder vor der geocentrischen stattfindet. Diese Karte dient hauptsächlich dazu, über die mehr oder weniger günstige Lage des Beobachtungsortes Aufschluss zu geben, wenn die Sonnenparallaxe aus der Beobachtung eines einzelnen Contactmomentes abgeleitet werden soll. Wie in der Einleitung nachgewiesen ward, liegen die günstigen Beobachtungsorte in der Nachbarschaft der den *a*, *b*, *c*, *d* analogen Punkte a', b'. c', d'. Für die Beobachtung des verzögerten Eintrittes eignet sich daher am besten das centrale Nord-Amerika, namentlich Westcanada und die Umgebung der fünf grossen Seen. Minder günstig gestaltet sich die Beobachtung des beschleunigten Eintrittes, indem der Punkt a' in eine insellose Region des indischen Oceans fällt. Die beste Beobachtungsstation wäre Kerguelen-Eiland. Auch die Beobachtung des beschleunigten Austrittes ist minder günstig, weil der Punct c' auf eine insellose Stelle des atlantischen Oceans fällt, und der Austritt für die nächste Inselgruppe — die Azoren — unsichtbar ist. Die besten Beobachtungsstationen auf den westlichen Antillen. Für die Beobachtung des verzögerten Austritts eignet sich das ganze östliche Australien.

Die durch die Punkte *a*, *b* und *c*, *d* gehenden Curven sind die Haupthöhencurven der beiden inneren Berührungen.

Tafel III.

In Tafel III sind die Curven gleicher Dauer des Vorüberganges (vom inneren Eintritte bis zum inneren Austritte) ersichtlich gemacht. Die beigesetzten Zahlen bezeichnen, in Minuten ausgedrückt, den Unterschied zwischen der parallaktischen und geocentrischen Dauer, welcher positiv oder negativ ist, je nachdem erstere grösser oder kleiner als letztere ist. A und B sind die Punkte kürzester und längster Dauer. Ersterer liegt in der Nähe von Neu-Schottland, wesshalb sowohl diese Halbinsel als Neufundland und das ganze östliche Nord-Amerika vom südlichen Ende der Hudsonsbai bis Florida, ferner die Bahama- und Bermudas-Inseln günstige Stationen abgeben. Der Punkt B liegt in dem in Tafel I mit IV bezeichneten Raume, wo der ganze Durchgang unsichtbar bleibt, und fallen die Curven, wo der Vorübergang um 4—14^m länger dauert, als für das Erdcentrum, in ihrer ganzen Ausdehnung in das südliche Polarmeer. Beobachtungen der Dauer werden daher nur in der Nachbarschaft des Punktes A von Vortheil sein.

Tafel IV

zeigt die Curve, auf welcher die grösste Phase im Horizont stattfindet, und ausserdem zwei Parallelbogensysteme, deren Pole sich einerseits an den Punkten p und q, wo die grösste Phase zuerst und zuletzt gesehen wird, andererseits an den mit +90 und —90 bezeichneten Punkten befinden. Ersteres besteht aus den Curven gleichzeitiger grösster Phase, und bedeuten die beigesetzten Zahlen, in Minuten ausgedrückt. den Unterschied, welcher sich ergibt, wenn man die Zeit der geocentrischen grössten Phase von jener der parallaktischen abzieht, d. i. $T_{k'}-T_k$.

Ungleich wichtiger ist das zweite Curvensystem. Auf jeder dieser Curven hat Δ', um die Zeit T_k, einen constanten Werth. Auf dem mit 0 bezeichneten Äquator dieses Systems ist $\Delta'-K=0$. Mit dem Abstande von diesem Äquator wächst

sowohl der numerische Werth der Differenz $\Delta' - K$, als die Günstigkeit der Lage zur Bestimmung der Sonnenparallaxe aus derselben. Die jeder Curve beigesetzte Zahl bezeichnet, in Graden ausgedrückt, deren Abstand von der Curve, wo $\Delta' = K$. Das der Gradzahl vorgesetzte Zeichen $\left\{\pm\right\}$ bedeutet, dass $\Delta' - K$ $\left\{\begin{matrix}\text{positiv}\\\text{negativ}\end{matrix}\right\}$ ist.

Auf den genannten Curven hat $\Delta' - K$ folgende numerische Werthe:

Curve	$\Delta' - K$	Curve	$\Delta' - K$
90°	24!5	40°	15!7
80	24·1	30	12·2
70	23·0	20	8·4
60	21·2	10	4·2
50	18·7	0	0·0

Jene durch die mit +90 und −90 bezeichneten Pole gehenden grössten Kreise, an deren Durchschnittspunkten mit den eben erwähnten Curven die Abstände dieser letzteren von ihrem Äquator angegeben sind, sind die Haupthöhencurven für die grösste Phase. Aus Tafel IV erkennt man, dass die grösste Phase am vortheilhaftesten im östlichen Nord-Amerika zu beobachten ist.

Die übrigen in der Einleitung besprochenen Curven wurden nicht verzeichnet. Nach dem Gesagten hat es jedoch keine Schwierigkeit, sich von deren Verlaufe eine richtige Vorstellung zu machen.

ÜBER

EINIGE FOSSILIEN AUS DER UITENHAGE-FORMATION IN SÜD-AFRIKA.

VON

E. HOLUB UND M. NEUMAYR.

(Mit 2 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 23. JUNI 1881.

Die ersten Nachrichten über die fossilreichen Ablagerungen vom Zondag- und Zwartkop-Fluss bei Port Elisabeth an der Ostküste von Süd-Afrika, welche später den Namen der Uitenhage-Formation erhielten, stammen von Hausmann, welchem einige Versteinerungen von dort zugeschickt worden waren. Er gab Beschreibungen der ihm vorliegenden Formen und sprach sich für die Zugehörigkeit der sie beherbergenden Schichten zur Kreideformation aus;[2] eine der Arten, *Trigonia Herzogi*, wurde von Goldfuss abgebildet.[3]

Die ersten ausführlichen Nachrichten erhalten wir von Krauss, welcher die Localitäten besucht hatte; er gab eine vorläufige Mittheilung in den Berichten der Naturforscherversammlung[4] von 1842, welcher später eine treffliche eingehendere Arbeit folgte. Wir erhalten dadurch die ersten Nachrichten über Vorkommen und Lagerung, sowie die Beschreibung und genaue Abbildung einer Anzahl der wichtigsten Formen;[5] das Alter wurde auch hier als der unteren Kreide entsprechend angenommen.

Eine sehr wesentliche Bereicherung der Fauna brachte Sharpe, welcher eine bedeutende Suite von Fossilien beschrieb und abbildete und zahlreiche neue Arten aufstellte; in der Alterbestimmung weicht er von seinen Vorgängern ab, indem er die Uitenhage-Formation für jurassisch hält, wozu ihn vorwiegend die vermeintliche Verwandtschaft von *Ammonites Baini* und *Atherstoni* mit Doggerformen bewogen zu haben scheint.[6]

---

[1] Die vorliegende Arbeit entstand in der Weise, dass die Daten über das geologische Vorkommen von E. Holub, der Rest der Bearbeitung von M. Neumayr herrührt.

[2] Göttinger Gelehrte Anzeigen, 1837, p. 1454.

[3] Petrefacta Germaniae, Tab. CXXXVII. Fig. 5.

[4] Über die geologischen Verhältnisse der östlichen Küste des Caplandes, mit besonderer Berücksichtigung der in der Algoa-Bai vorkommenden Kreideformation und ihrer Versteinerungen. Officieller Bericht der allgemeinen Versammlung deutscher Naturforscher, 1842, p. 126.

[5] Über einige Petrefacten aus der unteren Kreide des Caplandes. Nova Acta Academiae Leopoldo-Carolinae, 1847, Bd. XXII. p. 439.

[6] Sharpe, Description of fossils from secondary rocks of Sunday River and Zwartkop River collected by Dr. Atherstone and A. G. Bain, Transactions of the geological society. London. Ser. II, Vol. VII.

Bain hält die Uitenhage-Schichten für liasisch, stützt sich aber hiebei nur auf das angebliche Vorkommen von *Gryphaea incurva*; thatsächlich kommt aber diese Art in Süd-Afrika nicht vor, die von ihm dafür gehaltene Form ist *Exogyra imbricata* Krauss, welche unter europäischen Austern nahe Verwandte nur im Neocom besitzt.[1]

Eine sehr bedeutende Vermehrung erhielt die Kenntniss der Fauna durch eine Arbeit von Ralph Tate,[2] in welcher nicht weniger als 36 neue Arten beschrieben werden. Was die Altersbestimmung betrifft, so spricht sich der Verfasser dahin aus, dass die Schichten zum Jura gehören, und zwar in der Art, dass die verschiedenen Abtheilungen, welche in Europa in der genannten Formation unterschieden werden, in fernen Gegenden nicht mehr festgehalten werden können, und dass hier Fossilien, die bei uns die verschiedensten Stufen des Jura charakterisiren, bunt durch einander liegen, wobei jedoch der mitteljurassische Charakter in der Regel vorwiegt. Eine solche Auffassung ist wohl nach den neuesten Erfahrungen über die Verbreitung alter Faunen nicht mehr haltbar; was wir jetzt über die mesozoischen Bildungen in Indien, Süd-Amerika, Ost-Afrika wissen, widerspricht einer solchen Ansicht auf's entschiedenste, und wo immer noch genaue und genügend eingehende Untersuchungen gemacht worden sind, haben sich diese vermeintlichen Vermengungen als nicht existirend erwiesen.

Es ist ein ganz interessantes Stück Geschichte der Geologie, das man kennen lernt, wenn man das Schicksal solcher Anschauungen verfolgt. Als man von der Bildung der Erde nur ein Stück Mittel-Europa näher kannte, sollten die merkwürdigsten Mengungen verschiedener Faunen in den Alpen stattfinden, in den Bergen des Salzkammergutes, in den Thälern der Dolomit-Region, an den Ufern des Garda- und Commer-See's, bei Petit-Coeur in Savoyen. Allein in dem Masse als die Wissenschaft fortschritt, sind alle diese Räthsel und Widersprüche verschwunden, und nur mehr in den entlegensten Gegenden, in Australien, in den unzugänglichen Bergwildnissen von Thibet finden diese Mischungen der Faunen noch ein Asyl.

Auf diesen Theil der Ansichten von Tate ist es kaum mehr nöthig einzugehen; dagegen müssen wir seine Argumente für die Einreihung der Uitenhage-Formation in den Jura etwas näher prüfen. Er führt zunächst drei Ammoniten von mitteljurassischem Habitus an, von denen jedoch unten im paläontologischen Theile gezeigt werden wird, dass diese Auffassung aut Irrthum beruht, und dass sie im Gegentheile ganz eminent untercretacische Typen darstellen. Der von Tate beschriebene *Belemnites Africanus* hat in der That grosse Ähnlichkeit mit dem mitteljurassischen *Bel. canaliculatus* Schl. oder mit dem oberjurassischen *Bel. magnificus* Orb. aus Russland; allein auch in den norddeutschen Hilsbildungen kommt eine noch unbeschriebene Form vor, die sich ebenso wie die genannten durch sehr breiten Canal auszeichnet. Es folgen dann einige neue Bivalven und Gastropoden, die mit jurassischen Typen verwandt sein sollen, doch handelt es sich bei der Mehrzahl derselben um so indifferente Formen, dass sie gar nichts beweisen; von wichtigeren Arten ist nur eine angebliche *Crassatella* zu nennen, von der Dames[3] nachgewiesen hat, dass sie nicht zu der genannten Gattung, sondern zu dem bis jetzt nur aus der Kreide bekannten Genus *Ptychomya* gehört. Ferner sind einige Trigonien angeführt, bezüglich deren schon Lycett,[4] der erste Kenner dieser Sippe, sich gegen die Richtigkeit der Ansichten von Tate ausgesprochen hat; es geht aus seinen Arbeiten hervor, dass die Mehrzahl der Uitenhage-Trigonien, wie schon Krauss erklärt, entschieden cretacischen Charakter tragen; nur eine Form, die unten als *Trigonia Tatei* beschriebene, von Tate als *Trigonia Cassiope* bestimmte Art, gehört zur Abtheilung der Costaten, deren Angehörige bis auf eine oder zwei Ausnahmen auf den Jura beschränkt sind. Immerhin ist zu bemerken, dass wir in *Trig. peninsularis* Coq. einen typischen Vertreter dieser Gruppe aus dem Aptien Spaniens haben. Darauf, dass eine *Berenicea*, eine *Isastraea* und zwei höchst indifferente *Serpula*-Röhren jurassischen Charakter haben sollen, wird wohl Niemand Gewicht legen.

---

[1] Bain, On the Geology of Southern Africa. Ibidem, p. 84.
[2] On some secondary fossils from South Africa. Quarterly Journal of the geological society, 1867.
[3] Dames, Über Ptychomya. Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. 1873, p. 379.
[4] Lycett, A Monograph of british fossil Trigoniae. Palaeontographical society.

Wir sehen, die paläontologischen Argumente von Tate reduciren sich auf ein Minimum, in *Belemnites Africanus* ist eine sehr schwache, nur in *Trig. Tatei* eine recht erhebliche Annäherung einer einzelnen Form unter nahezu 80, die wir bis jetzt kennen, an einen Jura-Typus gegeben. Nicht besser steht es mit dem versuchten geologischen Beweis; es sind echte Repräsentanten der Kreideformation aus Süd-Afrika bekannt, und von Baily[1] und Griesbach[2] beschrieben worden; da nun diese letzteren mit der Uitenhage-Formation keine Ähnlichkeit haben, soll die letztere nothwendig einer anderen Formation zugehören. Natürlich hat eine solche Schlussfolgerung keine Berechtigung, da ja auch innerhalb ein und derselben Formation sehr ungleich alte Glieder in einer Gegend sehr abweichende Fauna besitzen; die Fauna der Schreibkreide hat z. B. auch in Europa sehr wenig Ähnlichkeit mit derjenigen des Neocom; auch hier haben wir vollständige Verschiedenheit, und doch sind beide Angehörige der Kreideformation.

In neuerer Zeit haben sich Lycett[3] nach Untersuchung der Trigonien und Dames[4] nach dem Vorkommen von *Ptychomya* und eines Ammoniten aus der Gruppe der *Amm. Astierianus* für den cretacischen Charakter der Uitenhage-Fauna ausgesprochen. Auch Stoliczka spricht sich gegen die Einreihung in den Jura aus.[5]

Fassen wir das, was sich aus der paläontologischen Untersuchung für die Altersbestimmung ergibt zusammen, so ist das erste Resultat, dass die Uitenhage-Formation keine mit einer europäischen Ablagerung sicher identische Art aufzuweisen hat; wir müssen uns also auf Analogieschlüsse stützen, und für die einzelnen Formen die nächsten Verwandten aufsuchen. Wir vernachlässigen dabei ganz indifferente Formen, wie glatte Pecten-Arten, Serpeln, Austern und ähnliche unregelmässig geformte Muscheln, und überhaupt Arten, für welche man einzelne Ähnlichkeiten fast in jedem mesozoischen Schichtencomplexe finden kann.

Von einigermassen charakteristischen Formen hat nur *Trig. Tatei* entschieden jurassisches Gepräge, während sich eine Reihe ganz eminenter Kreidetypen findet, nämlich folgende:

Olcostephanus Atherstoni Sharpe.	*Trigonia Herzogi* Hausm.
„ *Baini* Sharpe.	„ *ventricosa* Krauss.
Crioceras spinosissimum Hausm.[6]	„ *conocardiiformis* Krauss.
Hamites Africanus Tate.	*Ptychomya implicata* Tate.

Es ist also eine Reihe der wichtigsten und charakteristischesten Arten, welche cretacisches Gepräge haben, und soweit überhaupt geologische Parallelen nach dem Vorkommen analoger Formen gestattet sind, müsste man die Uitenhage-Schichten für Neocom erklären. Wenn hier eine bestimmte Parallele trotzdem nicht gezogen wird, so geschieht dies zunächst, weil aus blosser Ähnlichkeit der Fossilien kein absolut sicherer Schluss auf das Alter gezogen werden kann; es kann sich die Gruppe der Crioceren, zu welchen *Cr. spinosissimum* gehört, es kann sich die Gruppe der Gattung *Olcostphanus*, welche zwischen Astierianern und Bidichotomen in der Mitte steht, es können die genannten Bivalventypen im antarktischen Becken sich früher entwickelt und sich erst später in die europäischen Meere verbreitet haben; eine solche Annahme ist, wenn auch sehr unwahrscheinlich, doch möglich, zumal da es sich in den beiderlei Regionen nicht um wirklich identische Formen handelt.

Besonders mahnt in unserem Falle noch ein Umstand zur Vorsicht; nach den Angaben der indischen Geologen[7] sollen die obersten Schichten des Jura von Cutch und einigen anderen Punkten der indischen Halbinsel einzelne Bivalven-Arten der Uitenhage-Schichten und namentlich in Menge *Trig. ventricosa* Krauss enthalten. Entscheidendes Gewicht wird wohl diesen Daten erst beigemessen werden können, wenn genaue Profile und

---

[1] Baily, Description of some cretaceous fossils from South Africa. Quarterly Journal of the geological society, 1855.

[2] Griesbach, On the Geology of Natal in South Africa. Ibidem 1871.

[3] L. c.

[4] L. c.

[5] Palaeontologia Indien. Cretaceous Fauna of southern India. Vol. III, Pelecypoda, p. 294.

[6] Bezüglich der drei hier genannten Ammoniten vergleiche unten den paläontologischen Theil. Von Austern ist noch *Exogyra imbricata* eine entschieden cretacische Form.

[7] Vergl. z. B. Medlicott and Blanford, Geology of India, p. 261.

eine monographische Beschreibung der indischen Jurabivalven vorliegen wird, jedenfalls aber werden dieselben uns veranlassen, ein definitives Urtheil über das Alter der Uitenhage-Schichten vorläufig nicht zu fällen.

Es mag hier am Platze sein, noch auf einige Punkte hinzuweisen, welche mit allgemeinen Fragen in Verbindung stehen; zunächst handelt es sich dabei um die geographische Verbreitung der Sedimentär-Formationen in Süd-Afrika. Wir kennen aus dem südlichen Theile des Landes die Uitenhage-Formation und obere Kreidebildungen, welche mit denen des südlichen Indiens übereinstimmen,[1] diese Bildungen scheinen sich aber nicht bis in die Breite von Madagascar nach Norden zu erstrecken; wir kennen andererseits von Mombassa[2] an der ostafrikanischen Küste, also von einem Punkte, der nördlicher liegt als Madagascar, Jurabildungen, welche sich ganz denjenigen anschliessen, die in Cutch am Nordrande des alten indischen Massivs liegen; derartige Bildungen fehlen dagegen im Süden, in der Cap-Colonie, in Natal u. s. w. Es stimmt diese Art der Verbreitung entschieden überein mit der Annahme eines mesozoischen Festlandes, das von Südindien über Madagascar nach Süd-Afrika sich erstreckte, wie dessen Existenz aus der Übereinstimmung der älteren Pflanzen und Reptilien führenden Ablagerungen in beiderlei Gegenden abgeleitet worden ist,[3] und dessen Fortdauer in tertiärer Zeit durch die geographische Verbreitung der Lemuren und einiger anderer Thierformen gefolgert wird.

Eine zweite auffallende Erscheinung begegnet uns, wenn wir die geographische Vertheilung derjenigen Cephalopoden in's Auge fassen, welche den Typen der Uitenhage-Formation am nächsten stehen;[4] die meisten finden wir im Hils von Norddeutschland, während die gleichaltrigen Bildungen von Süd-Europa keine so nahen Beziehungen erkennen lassen, ausserdem sind es die Spiti-Shales von Thibet, vielleicht Japan,[5] endlich die hochnordischen Ablagerungen des Petschora-Landes, welche Vergleichspunkte liefern.

Wir haben es hier mit einer einzelnen Thatsache zu thun, an welche hier weitere Folgerungen nicht geknüpft werden sollen; es mag nur bemerkt werden, dass einige analoge Thatsachen in der Vertheilung von Jura- und Kreidecephalopoden uns wenigstens in rohen Umrissen die Formen eines alten mesozoischen Festlandes erkennen lassen, das in seinen Haupttheilen von den grossen Continentalmassen der Jetztzeit weniger abweicht, als man von manchen Seiten anzunehmen geneigt ist. Es wird sich an einem anderen Orte Gelegenheit ergeben, diesen Gegenstand eingehender zu behandeln.

Neben den Untersuchungen über die Fauna der Uitenhage-Formation und über deren allgemeine Beziehungen, sind mehrere Arbeiten über die Lagerungsverhältnisse und verschiedene Einzelheiten des Vorkommens veröffentlicht worden. Ausser den schon erwähnten Schriften von Krauss und Bain, sind namentlich diejenigen von Stow[6] zu nennen; von so grosser Bedeutung für die Localkenntniss und für die topische Geologie Süd-Afrika's diese Werke sind, so liegen sie uns doch zu ferne, um eine eingehende Discussion hier nothwendig zu machen. Es mag genügen, nach den Daten früherer Forscher, namentlich nach denjenigen von Krauss, sowie nach den Erfahrungen, welche einer von uns[7] an Ort und Stelle gesammelt hat, eine kurze Schilderung zu geben.

---

[1] Vergl. oben die Citate von Baily und Griesbach.

[2] Beyrich, Über Hildebrandt's geologische Sammlung von Mombassa. Monatsber. d. Berliner Akad., 1878, p. 767.

[3] H. F. Blanford, On the Age and Correlation of the Plantbearing Series of India and the former Existence of an Indo-Oceanic continent. Quarterly Journal of the geological society, 1875, p. 519. — W. Waagen, Über die geographische Vertheilung fossiler Organismen in Indien. Denkschriften der Wiener Akademie, 1878, Bd. XXXVIII.

[4] Vergl. den paläontologischen Theil.

[5] Vergl. Braun's Vorläufige Notiz über Vorkommnisse der Juraformation in Japan. Mittheil. d. deutschen Gesellsch. für Natur- und Völkerkunde in Ost-Asien. Yokohama, 1880, p. 40. Ferner das Referat hierüber im Neuen Jahrbuch für Mineralogie, 1881, II, p. 80.

[6] On same points of South-African Geology. Quarterly Journal of the geological society, 1871, p. 497. Der Verfasser ist der Ansicht, dass möglicherweise die verschiedenen Bänke der Uitenhage-Formation wesentlich altersverschiedene Horizonte darstellen; die Möglichkeit, dass dieselben mehrere Zonen umfassen, ist natürlich nicht ausgeschlossen, doch ist die Wahrscheinlichkeit, dass man es mit der Vertretung eines sehr bedeutenden Zeitabschnittes zu thun habe, gering, da entschieden cretacische Typen schon ganz unten auftreten, und manche Formen durch die ganze Mächtigkeit reichen.

[7] Dr. E. Holub.

Die Uitenhage-Schichten bilden, fast horizontal gelagert, die Ausfüllung eines aus bedeutend älteren Sandsteinen gebildeten Beckens, und werden ihrerseits von Lehm und Geröllen, sowie von ganz jungen, recente Meeresconchylien enthaltenden Conglomeraten bedeckt. Das Becken, welches sie erfüllen, erstreckt sich von den Salzseen zwischen Uitenhage und Port Elisabeth längs des Zwartkop- und bis an den Zondag-Fluss.

Ein Profil am Zwartkop-Flusse nach Krauss zeigt folgende Glieder:

1. Gerölle von buntem Sandstein durch jüngeren Meereskalk zu einem Conglomerat verbunden 6—30′.
2. Lehm und verwittertes Gestein 12′;
3. Fester eisenhaltiger Grünsandstein mit *Astarte Herzogi*, *Seebachia Bronni*, *Cucullaea Kraussi*, *Gervillia dentata*, *Exogyra imbricata*, *Pleuromya lutraria*, *Trig. ventricosa* 1·5′;
4. Fester Grünsand ohne Versteinerungen 1′4″;
5. Verwitterter Grünsandstein 15′;
6. Durch Eisenoxyd gefärbter fossilreicher Grünsand 1·5′;
7. Fester und verwitterter Gründsandstein wechsellagernd 6′;
8. Verwitterter Grünsandstein 10′;
9. Fester Grünsandstein, in den unteren Partien fossilreich 60′;
10. Bank mit massenhaften Trigonien, die Basis der ganzen Formation 4′.

Die unteren Schichten (also wohl 9 und 10 des Profils) enthalten *Trig. Herzogi*, *conocardiiformis* und *ventricosa*.

Ähnliche Resultate ergeben die zahlreichen Profile von Stow, aus denen eine bestimmte und nicht auf Faciesänderungen beruhende Verschiedenheiten der einzelnen Bänke vorläufig nicht gefolgert werden kann.

Paläontologischer Theil.

Obwohl die vorligende Suite nicht zahlreich ist, so enthält sie doch zwei neue Arten, und ermöglicht einige schon benannte Formen näher zu charakterisiren. Es werden hier nur diejenigen Typen aufgeführt, die zu speciellen Bemerkungen Anlass geben, ein vollständiges Verzeichniss der ganzen Fauna aus den früheren Arbeiten zu compiliren, scheint zwecklos.[1] Die Vorkommnisse, die näher besprochen werden sollen, sind folgende:

Olcostephanus Baini Sharpe.
" *Atherstoni* Sharpe.
Crioceras spinosissimum Hausm.
Monodonta Hausmanni n. f.
Seebachia Bronni Krauss.
Trigonia Tatei n. f.
Cucullaea Kraussi Tate.

Ausserdem liegen noch die nachstehenden Arten vor:

Hamites Africanus Tate.
Exogyra imbricata Krauss.
Lucina Herzogi Krauss.
Trigonia Herzogi Hausm.
" *ventricosa* Krauss.
Trigonia conocardiiformis Krauss.
Gervillia dentata Krauss.
Pleuromya lutraria Krauss.
Pholadomya dominicalis Sharpe.

Ausser den von Dr. Holub gesammelten Exemplaren wurden noch verschiedene Stücke untersucht, die sich im Hof-Mineraliencabinete in Wien und in den Universitätsmuseen von Berlin und Greifswalde fanden. Für

[1] Tate (l. c.) führt zwischen 70 und 80 Arten an.

Anvertrauung derselben sei Herrn Professor Dames in Berlin, Herrn Custos Fuchs in Wien und Herrn Professor Scholz in Greifswalde der beste Dank gesagt.

Olcostephanus Baini Sharpe.

Ammonites Baini Sharpe, 1852. Description of fossils from the secondary rocks of Sunday-River and Zwartkop-River, South Africa. Transactions of the geological society of London. Ser. II, Vol. VII, p. 197, tab. 23, fig. 2.

Die citirte Abbildung stellt die Art in gut kenntlicher Weise dar, dagegen ist die Beschreibung etwas unzulänglich. Das stark aufgeblasene, mässig weitnablige Gehäuse besteht aus langsam anwachsenden stark involuten, niedrigen Windungen; die Nabelwand fällt steil ein, eine Nabelkante ist nicht vorhanden; Flanken und Externseite flach und gleichmässig gewölbt. In der Tiefe des Nabels entspringen in ziemlich beträchtlichen Abständen einfache, nicht sehr zahlreiche Radialrippen, deren etwa 18 auf einem Umgange zu sein scheinen; beim Austritte aus dem Nabel bildet jede Rippe einen kräftigen, etwas comprimirten Knoten, von dem dann bei jungen Exemplaren 2—3, bei grösseren 4 undeutlich bidichotome, etwas nach vorne gerichtete und leicht geschwungene Rippen ausgehen, welche sich auf beiden Seiten entsprechen und ununterbrochen über die Externseite weglaufen. Die Umgänge tragen einzelne sehr kräftige Einschnürungen; Loben unbekannt.

Diese Form wurde von Fr. Sharpe und Tate mit den *Stephanoceras*-Arten des mittleren Jura, speciell mit *Steph. Humphriesianum* Sow. und *Braickenridgei* Sow. verglichen, mit denen sie zwar einige äussere Ähnlichkeit aber gewiss keine Verwandtschaft besitzt. In erster Linie beweisen das die starken Einschnürungen, welche bei *Stephanoceras* nie vorkommen, sowie die allerdings nur andeutungsweise vorhandene Bidichotomie der Rippen; diese Charaktere verweisen die Art in der unzweifelhaftesten Weise zu *Olcostephanus*, innerhalb welcher Gattung *Olc. Schenki* Opp. aus dem Spiti-Shales von Thibet am nächsten verwandt scheint; beide Arten stehen sich so nahe, dass ich anfangs über ihre Verschiedenheit in Zweifel war; die thibetanische Form unterscheidet sich jedoch durch minder gewölbte Nahtflächen, sowie dadurch, dass auch bei grösseren Exemplaren nur drei Rippen von einem Knoten ausgehen. Verwandte Formen sind *Olc. diptychus* und *polyptychus* Keys. aus unterer Kreide (?) des Petschora-Landes, sowie *Olc. Keyserlingi* Neum. u. Uhl. und *Olc. psilostomus* Neum. u. Uhl. aus dem Hilsthon Norddeutschlands.

Drei Exemplare vom Zondag-Fluss.

Olcostephanus Atherstoni Sharpe.

Ammonites Atherstoni Sharpe. L. c. p. 196, tab. 23, fig. 1.

Diese Art ist mit der vorhergehenden nahe verwandt, doch leicht von ihr zu unterscheiden; die Differenzen liegen in grosser Dicke, engerem Nabel, höheren, kräftiger gewölbten Windungen und bedeutend grösserer Zahl der Secundärrippen, deren je 5—6 auf einen Nabelknoten kommen; auch sind Knoten und Rippen schärfer vorspringend als bei *Olc. Baini*. Die Bidichotomie der Rippen tritt im Allgemeinen wenig hervor, wird aber an vereinzelten Stellen des Gehäuses sehr deutlich. Einschnürungen sind nur ziemlich schwach vorhanden und wurden daher bis jetzt übersehen.

Auch *Olc. Atherstoni* wurde mit jurassischen Formen in Beziehung gebracht und zunächst mit *Steph. macrocephalum* Schloth. verglichen; doch machte Dames,[1] dem ein Fragment der Art vorlag, auf die Verwandtschaft derselben mit *Olc. Astierianus* aufmerksam; in der That hat *Olc. Atherstoni* mit *Steph. macrocephalum* nichts als eine flüchtige habituelle Ähnlichkeit gemein; die letztere Art und ihre sämmtlichen Verwandten haben nie Knoten um den Nabel und zeigen total verschiedenen Typus der Rippenvermehrung. Die Einreihung bei *Olcostephanus* kann keinem Zweifel unterliegen und innerhalb dieser Gattung finden sich unter den die Astierianer mit den Bidichotomen verbindenden Formen sehr nahe Verwandte, von denen namentlich *Olc. multiplicatus* Röm. aus dem Hilsthon zu nennen ist.

Fünf Exemplare vom Zondag-Fluss.

---

[1] Vergl. oben.

Crioceras spinosissimum Hausmann.

Taf. I, Fig. 1.

Ammonites spinosissimus Hausmann. Göttinger Gelehrte Anzeigen, 1837, p. 1458.
? *Ammonites subanceps* R. Tate. Quarterly Journal of the geological society. London 1867, p. 150, tab. VII, fig. 1.

Hausmann beschrieb im Jahre 1837 einen mit zahlreichen, sehr entwickelten Dornen versehenen Ammoniten vom Zondag-Flusse als *Amm. spinosissimus*; seit dieser Zeit scheint in den zahlreichen Suiten aus Süd-Afrika kein gutes Exemplar mehr nach Europa gekommen zu sein. Das Hausmann'sche Originalexemplar gelangte in das Universitätsmuseum zu Greifswalde, von wo ich dasselbe durch die Güte von Herrn Professor Scholz zur Ansicht erhielt. Nachdem das Stück, welches noch zum grossen Theile von Gestein umschlossen war, mit vieler Mühe aus diesem losgemacht worden, ergab es sich, dass man es mit einem ausgezeichneten *Crioceras* zu thun habe.

Das vorliegende Exemplar, soweit es gut erhalten ist, hat einen Durchmesser von 165^{mm}, woran sich noch Reste von etwa $^1/_2$ Umgang gekammerter Schale anschliessen; mit Einschluss der Wohnkammer musste das Stück mindestens 300^{mm} messen. Die Windungen wachsen ziemlich rasch an, sind ungefähr ebenso hoch als breit, annähernd kreisförmig, mit etwas abgeplatteten Flanken und kräftig gewölbter Internseite. Die Sculptur besteht aus sichelförmig geschwungenen Radialrippen, von denen stärkere, mit Dornen versehene, mit schwächeren nicht oder nur schwach geknoteten in nicht ganz regelmässiger Weise abwechseln. Die stärkeren Rippen sind in der Art verziert, dass ein Dorn dicht über der Nabelkante steht, ein zweiter unbedeutend über der halben Höhe der Flanken, ein dritter auf der Externseite, ganz nahe der Medianlinie; die mittlere Dornenreihe ist schwach entwickelt, dagegen springen die Extern- und Umbilicalknoten sehr stark und spitz vor; dieselben waren hohl, standen aber mit dem Innern der Schale, wenigstens in dem allein erhaltenen gekammerten Theile nicht in Verbindung, sondern waren von diesem durch eine deutlich beobachtbare Schalenlamelle getrennt; wo ein Dorn abgebrochen ist, stellt sich in Folge dessen seine Ansatzstelle als eine ganz platte, erhabene, elliptische Fläche dar.

Die Windungen zeigen zwar *Crioceras*-Charakter und sind evolut, doch entfernen sie sich nur wenig von einander; bei einer Windungshöhe von 64^{mm} ist der Abstand vom vorhergehenden Umgang nur etwa 4^{mm}, und überdies reichen die Externdornen dieses letzteren bis an die Internseite der folgenden Windung und bilden so eine Verbindung, wie dies in ganz übereinstimmender Weise bei *Cr. Römeri* Neum. u. Uhl. aus dem Hilsthon Norddeutschlands der Fall ist. Bei weiterem Wachsthum scheinen sich die Windungen verhältnissmässig weiter von einander zu entfernen und die Dornen nicht mehr über den ganzen Abstand hinüberzureichen.

Der Umstand, dass die Spirale gegen Aussen lockerer wird, macht es sehr wahrscheinlich, dass die Form in der Jugend ein ganz geschlossenes, normales Ammonitengehäuse besass; soweit die Beschreibung und unvollkommene Abbildung ein Urtheil gestattet, ist *Amm. subanceps* Tate ein kleines Individuum von *Cr. spinosissimum.* Ob das ganz erwachsene Thier einen Schaft mit Haken hatte, lässt sich nicht sicher entscheiden, doch ist das Vorhandensein eines solchen nicht wahrscheinlich.

Die Verwandtschaft von *Cr. spinosissimum* mit europäischen Neocom-Arten ist eine auffallende; in erster Linie ist es *Cr. Römeri*, welches ausserordentlich nahe steht; der Unterschied beruht namentlich in grösserer Dicke und rascherer Windungszunahme bei der afrikanischen Form, die auch bei zunehmendem Wachsthum die Verbindung der aufeinanderfolgenden Windungen durch Dornen zu verlassen scheint. Wohl noch inniger verwandt ist *Cr. sexnodosum* Röm., welches zwar noch sehr unvollständig bekannt ist, aber bis jetzt noch gar keinen Unterschied erkennen lässt. *Cr. Vilersianum* Orb. steht schon bedeutend ferner.

Ein Exemplar vom Zondag-Fluss. (Coll. Greifswalde).

Monodonta Hausmanni n. f.

Taf. II, Fig. 1.

Das Gehäuse ist dickschalig, ziemlich eng genabelt, conisch und besteht aus 4—5 flachen, gekielten Windungen; auf den oberen Umgängen treten zwei Kiele auf, einer dicht über, der andere dicht unter der Naht; der Raum in der Mitte zwischen oberem und unterem Kiel schwach ausgehöhlt; auf der letzten Windung schiebt sich noch ein dritter Kiel zwischen beide ein, ein vierter erscheint auf der Grenze gegen die mässig gewölbte Basis. Mündung rund, Innenlippe an der Basis mit einem kräftigen Zahn; Aussenlippe unvollständig erhalten, wahrscheinlich auf ihrer ganzen Ausdehnung scharf und ungekerbt. Die Schale besteht aus deutlich verschiedenen Kalklagen, von denen die innere der Perlmutterschicht entspricht; Oberfläche ihrer ganzen Ausdehnung nach in auffallendster Weise mit groben, unregelmässig gestellten, mässig weit von einander entfernten Poren punktirt. Die Farbenzeichnung ist an einer Stelle etwas sichtbar, sie scheint aus zahlreichen feinen, dicht stehenden, rothbraunen Spiralstreifen auf hellem (weissem?) Grunde bestanden zu haben.

Gesammthöhe etwa 32^{mm};[1] Höhe der letzten Windung 16^{mm}.

Die vorliegende Art gehört jedenfalls nach den Charakteren ihrer Mündung zu *Monodonta* im weiteren Sinne; innerhalb dieser Formengruppe hat sie am meisten Verwandtschaft mit jenen Typen, welche von Adams unter dem Namen *Trochocochlea* zusammengefasst werden; *Troch. constricta* Macl. hat sogar ziemliche Ähnlichkeit mit *Mon. Hausmanni*; trotzdem bildet das Vorhandensein eines deutlichen Nabels, welcher bei *Trochocochlea* stets fehlt, einen merklichen Unterschied. Von fossilen Formen sind nahe Verwandte kaum zu nennen; am ehesten könnte noch *Trochus Marollinus* Orb. aus dem Neocom (eine echte *Monodonta*) verglichen werden.

Ein Exemplar von Zwartkop-Flusse.

SEEBACHIA nov. gen.

Schale gleichklappig, sehr ungleichseitig, rückwärts klaffend, Ränder gekerbt; Wirbel ganz an's vordere Ende gerückt, nach vorne übergebogen; eine grosse Lunula; Ligament äusserlich; in der rechten Klappe ein massiger, dreieckiger Cardinalzahn, der auf beiden Seiten mit senkrechten Furchen versehen ist, in der linken Klappe zwei Cardinalzähne, die an der inneren Seite gefurcht sind; vorderer Muskeleindruck gross, sehr tief, von einem kleinen accessorischen Eindruck begleitet, hinterer Muskeleindruck grösser als der vordere. Manteleindruck ganzrandig. (?)

Ich gründe diese Gattung für die von Krauss beschriebene *Astarte Bronni*, von welcher der genannte Autor schon angegeben hat, dass sie vermuthlich als der Typus einer neuen Gattung betrachtet werden müsse. Jedenfalls ist *Seebachia* am nächsten mit *Astarte* verwandt, doch ist eine Reihe unterscheidender Merkmale vorhanden in der langgestreckten, sehr ungleichseitigen Form und vor Allem in der Furchung der Zähne, welche an *Trigonia* erinnert; eine dritte Differenz scheint dadurch gegeben, dass die Schalen nach hinten klaffen; doch kann ich für die thatsächliche Existenz derselben nicht einstehen, da mir keine Exemplare mit erhaltenem Hinterrande vorliegen; in der Zeichnung bei Krauss (vergl. unten) klaffen die Schalen sehr deutlich.

Man hat die vorliegende Form mit *Trigonia* verglichen wegen der Furchen an den Zähnen; doch hat die ganze Anlage von Schloss und Schale ausser diesem einem Merkmale mit *Trigonia* nichts gemein, so dass von wirklicher Verwandtschaft nicht die Rede sein kann. — Stoliczka hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die *Astarte Bronni* zu der von Gabb[2] aus der californischen Kreide beschriebenen Gattung *Remondia* gehöre;[3] ich kann mich dieser Ansicht nicht anschliessen, da *Remondia* in einer Klappe zwei, in der anderen drei Cardinalzähne und ausserdem noch einen hinteren Lateralzahn hat.

---

[1] Die abgebrochene Spitze schätzungsweise mitgerechnet.

[2] Palaeontologia Indica; Cretaceous fauna of southern India. Vol. III, p. 313.

[3] Geological Survey of California. Palaeontology, Vol. II, p. 270.

Seebachia Bronni Krauss.

Taf. II, Fig. 4.

Astarte Bronni Krauss, 1845. Petrefacten aus der unteren Kreide des Caplandes. Nova Acta Acad. Leop.-Carolinae, Vol. XXII, Pars II, p. 449, tab. 48, fig. 1.

Zu der ausserordentlich genauen Beschreibung von Krauss habe ich nichts hinzuzufügen; es liegt mir nur ein Exemplar vom Zwartkop-Flusse aus dem k. Hof-Mineraliencabinete vor.

Trigonia Tatei n. f.

Taf. II, Fig. 3.

Trigonia Cassiope Tate (non d'Orbigny). Quarterly Journal of the geological society. London 1867, p. 158.

Schale sehr ungleichseitig, quer verlängert, abgerundet, dreieckig, niedergedrückt, mit sehr wenig vorspringenden, kaum gedrehten, weit nach vorne gelegenen Wirbeln. Oberfläche mit etwa sechzehn kräftigen, durch bedeutende Zwischenräume getrennten, concentrischen Rippen geziert; der Kiel, welcher die Rippen gegen hinten abgrenzt, ist scharf aber schmal, der Randkiel stärker, zwischen beiden ein, abgesehen von den Anwachslinien, glatter Raum. Area verhältnissmässig sehr schmal, mit dem concentrisch gerippten Theile der Schale einen sehr stumpfen Winkel bildend, nicht zweitheilig mit wenigen (6) schuppigen, gebogenen Radialstreifen. Schlossfeldchen (escucheon) schmal durch einen niederen schuppigen Kiel abgegrenzt mit quer gestellten Körnerreihen besetzt.

Es liegt nur eine nicht ganz vollständige linke Klappe von *Trig. Tatei* vor, und demgemäss ist die Beschreibung natürlich unvollkommen; trotzdem genügen die sichtbaren Charaktere vollständig, um sie von allen anderen, namentlich auch von *Trig. Cassiope* Orb. zu unterscheiden, mit der Tate sie vereinigt hatte. Die letztgenannte Form steht allerdings der unseren in der Beschaffenheit des gerippten Schalentheiles nahe, unterscheidet sich aber durch stärker vorspringenden Wirbel und durch die ganz abweichende Bildung der Area und des Schlossfeldes; schon Lycett hatte die Identität beider für zweifelhaft gehalten.[1]

Trig. Tatei gehört zu der Gruppe der Costaten, welche der grossen Mehrzahl nach im Jura vorkommen, aber auch in der Kreideformation durch *Trig. peninsularis*, vielleicht auch durch *Trig. carinata* Ag. vertreten sind.

Ein Exemplar vom Zwartkop-Flusse.

Cucullaea Kraussi Tate.

Taf. II, Fig. 2.

Cucullaea cancellata Krauss. L. c. p. 452, tab. XLVIII, fig. 2.
Cucullaea Kraussi Tate. L. c. p. 161.

Da von dieser Art, welche Krauss nur in einem Bruchstücke vorlag, noch keine genügende Beschreibung und Abbildung existirt, so soll diesem Mangel hier abgeholfen werden. Die Schale ist vermuthlich gleichklappig, nahezu gleichseitig, von annähernd dreieckigem Umriss, sehr hoch und stark aufgetrieben. Der Schlossrand ist gerade und nur sehr wenig kürzer als die grösste Breite der Schale; vorderer und unterer Rand gerundet, Hinterrand etwas schräg abgestutzt und schwach geflügelt. Wirbel sehr hoch, stark und vorspringend, spiralig eingerollt, kaum merklich nach vorne gerückt und gedreht. Area sehr hoch, dreieckig, stark concav, mit scharf eingeschnittenen Dreiecklinien bedeckt. Schalenoberfläche mit Ausnahme des hinteren Feldes mit wenigen (11 an dem vorliegenden Exemplare) sehr starken dreieckigen Rippen, welche am Wirbel scharf entspringen und sich stets verbreiternd an den Unterrand verlaufen, wo deren obere Kante etwas gerundet ist. Hintere Fläche von dem Rest der Muschel durch eine Kante geschieden mit einigen schwachen und zum Theile undeut-

---

[1] British fossil Trigoniae. Palaeontogr. society, p. 172. Bezüglich der übrigen süd-afrikanischen Trigonien habe ich keine Bemerkung beizufügen, und verweise wegen ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen auf Lycett l. c.

lichen Rippen versehen. Anwachsstreifen sehr grob, etwas schuppig; an einzelnen Stellen bemerkt man zwischen den starken Rippen eine feine Radialstreifung, die mit den Anwachslinien ein Gitter bildet.

Das Schloss trägt in der Mitte kleine zur Schlosslinie senkrechte Zähne, nach den Flanken werden dieselben grösser und schräg, an den beiden Enden treten je drei grosse dem Schlossrande fast parallele Zähne auf. Muskeleindrücke gross, der hintere etwas vertieft, aber ohne vorspringende Lamelle.

Diese Form steht so durchaus isolirt da, dass sie mit keiner bekannten Art verwechselt werden kann; ich habe sie zu *Cucullaea* gestellt, weil man mesozoische Vorkommnisse, wie das vorliegende in diese Gattung zu bringen pflegt; es ist das jedoch nicht ganz correct, weil die Lamelle am hinteren Muskeleindrucke sowohl hier, wie bei der Mehrzahl der mesozoischen Muscheln mit Cucullaeaschloss fehlt. Man wird sich wohl hier zur Aufstellung einer neuen Gattung bequemen müssen.

Ein Exemplar vom Zwartkop-Fluss.

Tafelerklärung.

TAFEL I.

Fig. 1. *Crioceras spinosissimum* Hausmann. Vom Zondag-Fluss. Original im Universitäts-Museum in Greifswalde.

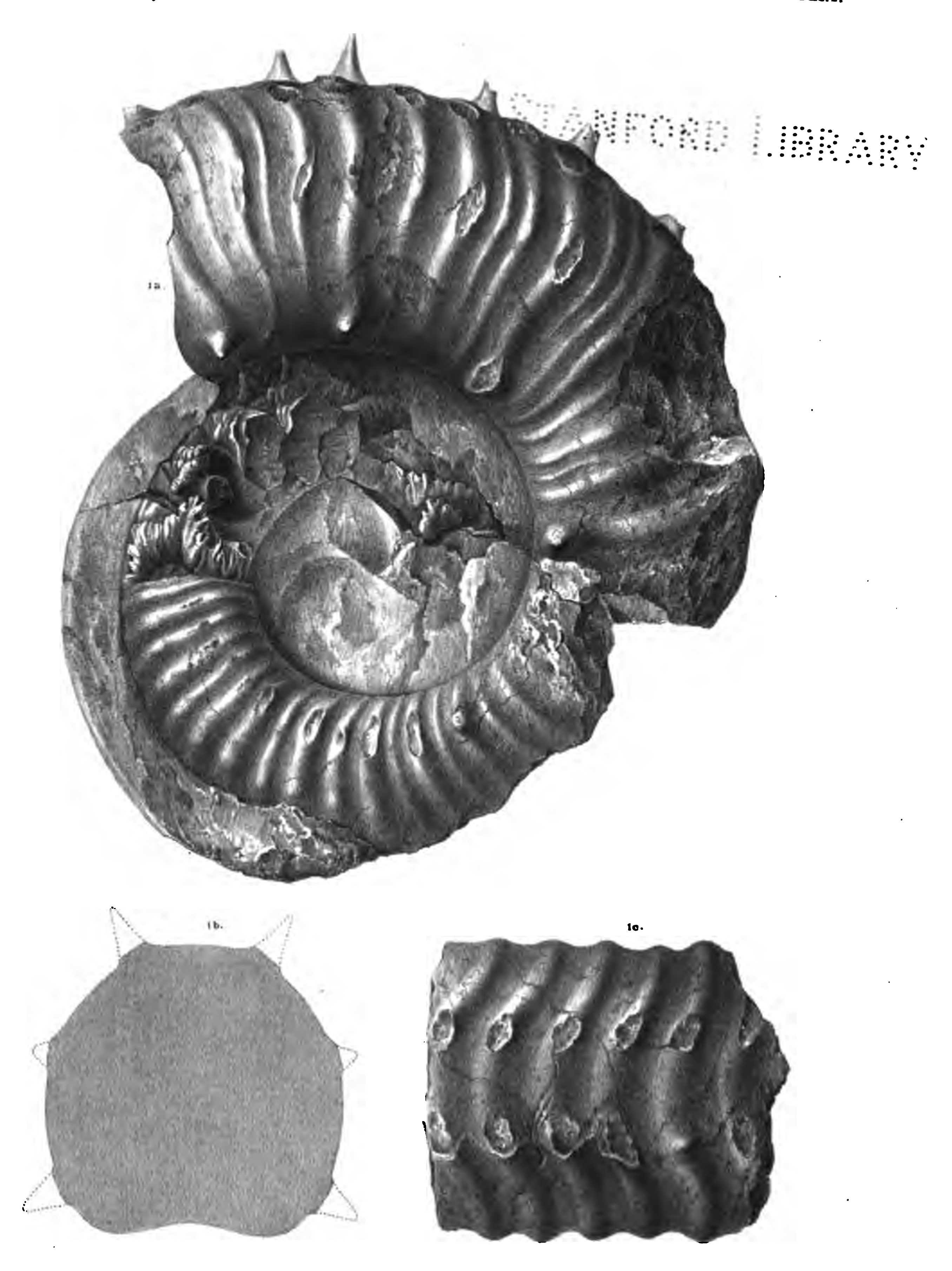
TAFEL II.

Fig. 1. *Monodonta Hausmanni* n. f. Vom Zwartkop-Fluss. Original in der paläontologischen Sammlung der Wiener Universität (Coll. Holub).

„ 2. *Cucullaea Kraussi* Tate. Vom Zwartkop-Fluss. Original in der paläontologischen Sammlung der Wiener Universität (Coll. Holub).

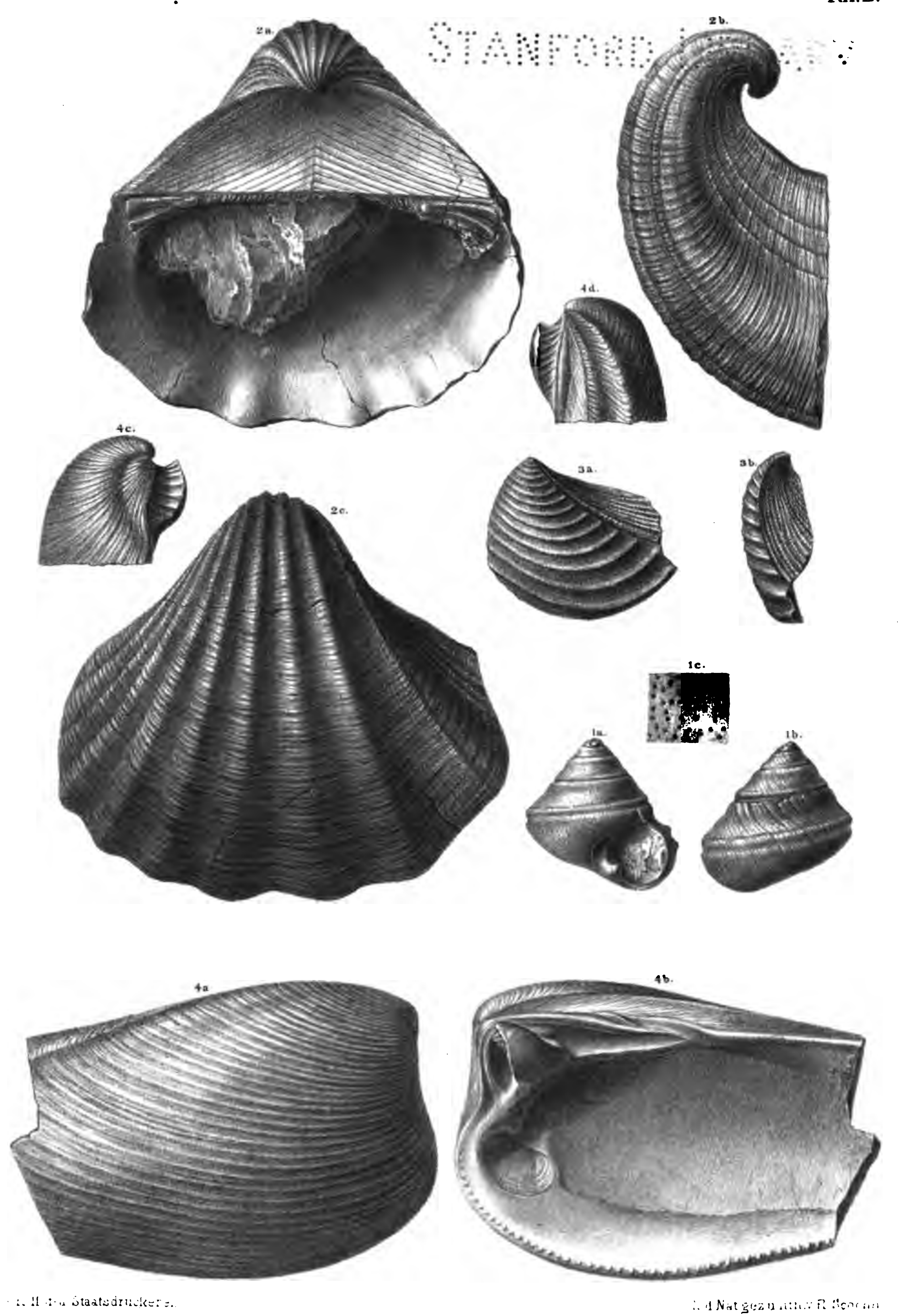
„ 3. *Trigonia Tatei* n. f. Vom Zwartkop-Fluss. Original in der paläontologischen Sammlung der Wiener Universität (Coll. Holub).

„ 4. *Seebachia Bronni* Krauss. Vom Zwartkop Fluss. Original im kais. Hof-Mineraliencabinete in Wien.



N. d. Nat. gez. u. lith. v. R. Schönn. K.K. Hof- u. Staatsdruckerei.

1. Crioceras spinosissimum Hausm.



Staatsdruckerei.

Nat. gez.

1. Monodonta Hausmanni Neum. 2. Cucullaea Kraussi Tate. 3. Trigonia Tatei Neum. 4. Seebachia Bronni Kraus.

EIN NEUER SATZ AUS DER THEORIE DER DETERMINANTEN.

VON

PHIL. DR. ANTON PUCHTA,

PRIVATDOCENT DER PRAGER UNIVERSITÄT UND DEUTSCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 1. DECEMBER 1881.

Im XXXVIII. Bande der Denkschriften der mathem. naturwissenschaftlichen Classe der kaiserl. Akademie der Wissenschaften findet sich von mir ein Determinantensatz, der, wie ich eben fand, ein sehr specieller Fall des folgenden, viel allgemeineren ist. Ich zeigte nämlich in dem erwähnten Aufsatze, dass gewisse Determinanten vom Grade 2^m gleich sind einem Producte von 2^m, in den Elementen der Determinante linearen Factoren und ich will nun zeigen, dass dieser Satz sich dahin verallgemeinern lässt, dass gewisse Determinanten vom Grade $m^\alpha n^\beta n^\gamma \ldots$ gleich sind einem ganz ähnlichen Producte von $m^\alpha n^\alpha n^\gamma \ldots$ in den Elementen linearen Factoren. Dass dieser, wie ich glaube, neue Satz eine ganz wesentliche Verallgemeinerung des erwähnten ist, liegt zu Tage, da $m, n, p \ldots \alpha, \beta, \gamma \ldots$ beliebige ganze Zahlen sind. Man gelangt zu diesem Satze auf folgende Weise, immer vom Einfacheren zum Zusammengesetzten aufsteigend.

A) Ich notire für das Nachstehende, behufs Erläuterung, die Gleichungen:

$$\begin{vmatrix} a & b \\ b & a \end{vmatrix} = (a+b)(a-b)$$

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ b & c & a \\ c & a & b \end{vmatrix} = -(a+b+c)(a+b\alpha+c\alpha^2)(a+b\alpha^2+c\alpha) \qquad \ldots 1)$$

worin

$$\alpha = \sqrt[3]{1} = \frac{-1 \pm \sqrt{-3}}{2}$$

ist.

Von der analogen Determinante 4ten Grades, nämlich

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ b & c & d & a \\ c & d & a & b \\ d & a & b & c \end{vmatrix} = (a+b+c+d)(a+b-c-d)(a-b+c-d)(a-b-c+d)$$

wird später die Rede sein.

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d & e \\ b & c & d & e & a \\ c & d & e & a & b \\ d & e & a & b & c \\ e & a & b & c & d \end{vmatrix} = +(a+b+c+d+e)(a+b\alpha+c\alpha^2+d\alpha^3+e\alpha^4)(a+b\alpha^2+c\alpha^4+d\alpha+e\alpha^3) \\ \times (a+b\alpha^3+c\alpha+d\alpha^4+e\alpha^2)(a+b\alpha^4+c\alpha^3+d\alpha^2+e\alpha) \qquad \ldots 2)$$

wobei

$$\alpha = \sqrt[5]{1},$$

jedoch von $+1$ verschieden ist.

Allgemein erhält man, wenn man die Elemente $a_1, a_2 \ldots a_m$ nimmt, wobei m eine Primzahl, und zwar die erste Potenz sein soll, und auf sie die cyklische Substitution $S = (a_1, a_2 \ldots a_m)$, sowie ihre $(m-1)$ Potenzen anwendet $S^1, S^2 \ldots S^{m-1}$, dann die Resultate, immer mit jenem Elemente beginnend, das a_1 ersetzt, die erste, zweite... $m$te Zeile einer Determinante sein lässt, folgende Determinante $m$ten Grades

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \ldots & a_{m-1} & a_m \\ a_2 & a_3 & a_4 & \ldots & a_{m-1} & a_1 \\ a_3 & a_4 & a_5 & \ldots & a_1 & a_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_m & a_1 & a_2 & \ldots & a_{m-2} & a_{m-1} \end{vmatrix} \qquad \ldots 4)$$

Diese Determinante behaupte ich, ist gleich $(-1)^{\frac{m(m-1)}{2}}$ mal dem Producte der m linearen Factoren, welche aus $a_1 + a_2\,\alpha + a_3\,\alpha^2 + \ldots + a_m\,\alpha^{m-1}$ entstehen, wenn man hierin α, das eine beliebige von $+1$ verschiedene Wurzel der Gleichung $x^m = 1$ ist, durch $\alpha^2, \alpha^3, \ldots \alpha^{-1}$, $\alpha^m = 1$ ersetzt.

Der Beweis hiefür kann in nachstehender Weise geführt werden. Multiplicirt man die erste, zweite... $m$te Colonne obiger Determinante mit $1, \alpha, \alpha^2, \ldots \alpha^{m-1}$ resp. und addirt alle Colonnen zur ersten, wodurch bekanntlich die Determinante nicht verändert wird, so lautet das $n$te Element der ersten Colonne, wegen der früher angegebenen Bildungsart der Determinante:

$$a_n + a_{n+1}\,\alpha + a_{n+2}\,\alpha^2 + \ldots + a_m\,\alpha^{m-n} + a_1\,\alpha^{m-n+1} + a_2\,\alpha^{m-n+2} + \ldots + a_{n-1}\,\alpha^{m-1}$$

oder

$$\alpha^{m-n+1}\left[a_1 + a_2\,\alpha + a_3\,\alpha^2 + \ldots + a_m\,\alpha^{m-1}\right],$$

so dass hiedurch ersichtlich die Existenz des obigen Factors in allen Elementen der ersten Colonne dargethan ist. Ebenso erhält man, da α eine beliebige von 1 verschiedene Wurzel der Gleichung $z^m = 1$ ist, die übrigen $(m-2)$ Factoren, und die Existenz des Factors, wenn $\alpha^m = 1$ genommen wird, folgt unmittelbar durch Addition aller Colonnen zur ersten. Nimmt man weiter aus dem Producte rechts das Glied a_m^m heraus, so besitzt dieses z. B. in 2) den Coëfficienten $+1$, da $1.\alpha.\alpha^2.\alpha^3.\alpha^4 = +1$ ist, in der Determinante dagegen den Factor $(-1)^{\frac{m(m-1)}{2}}$ weil man ebenso viele Colonnenvertauschungen vornehmen muss, um es zum Anfangsgliede zu machen, und hiemit ist der Beweis für die obige Behauptung, wenn m eine erste Potenz einer Primzahl ist, erbracht.

B) Erste Verallgemeinerung des gefundenen Satzes.

Ich notire zunächst wieder die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d & e & f & g & h & i \\ b & c & a & e & f & d & h & i & g \\ c & a & b & f & d & e & i & g & h \\ d & e & f & g & h & i & a & b & c \\ e & f & d & h & i & g & b & c & a \\ f & d & e & i & g & h & c & a & b \\ g & h & i & a & b & c & d & e & f \\ h & i & g & b & c & a & e & f & d \\ i & g & h & c & a & b & f & d & e \end{vmatrix} = \begin{matrix} (a+b+c+d+e+f+g+h+i)\times \\ (a+b\alpha+c\alpha^2+d+e\alpha+f\alpha^2+g+h\alpha+i\alpha^2)\times \\ (a+b\alpha^2+c\alpha+d+e\alpha^2+f\alpha+g+h\alpha^2+i\alpha)\times \\ (a+b+c+d\alpha+e\alpha+f\alpha+g\alpha^2+h\alpha^2+i\alpha^2)\times \\ (a+b+c+d\alpha^2+e\alpha^2+f\alpha^2+g\alpha+h\alpha+i\alpha)\times \\ (a+b\alpha+c\alpha^2+d\alpha+e\alpha^2+f+g\alpha^2+h+i\alpha)\times \\ (a+b\alpha+c\alpha^2+d\alpha^2+e+f\alpha+g\alpha+h\alpha^2+i)\times \\ (a+b\alpha^2+c\alpha+d\alpha+e+f\alpha^2+g\alpha^2+h\alpha+i)\times \\ (a+b\alpha^2+c\alpha+d\alpha^2+e\alpha+f+g\alpha+h+i\alpha^2). \end{matrix} \qquad \ldots 3)$$

Was das Bildungsgesetz dieser Determinante anbelangt, so gelangt man hiezu auf die folgende Weise, wobei ich die Substitutionstheorie umgehe, obgleich diese ebenfalls hier benützt werden könnte. Ist nämlich die nach A) gebildete Determinante 3ten Grades gegeben

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \beta_1 & \gamma_1 & \alpha_1 \\ \gamma_1 & \alpha_1 & \beta_1 \end{vmatrix}$$

und ersetzt man in ihr $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ respective durch die drei nach dem in A) gegebenen Gesetze gebildeten Determinanten

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ b & c & a \\ c & a & b \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} d & e & f \\ e & f & d \\ f & d & e \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} g & h & i \\ h & i & g \\ i & g & h \end{vmatrix}$$

so entsteht die Determinante in 3).

Allgemein erhält man, wenn m eine Primzahl in der ersten Potenz ist, dadurch, dass man jedes Element in einer nach A) gebildeten Determinante $m$ten Grades durch eine ganz analog gebildete Determinante desselben Grades ersetzt, eine Determinante vom Grade m^2, gebildet aus den Elementen $a_1\, a_2 \ldots a_{m^2}$. Jede derartig gebildete Determinante, behaupte ich, ist gleich einem Producte von m^2, in den Elementen linearen Factoren welche zu Coëfficienten die m Wurzel der Gleichung $z^m = 1$ haben. Um das Gesetz für die Coëfficienten zu erhalten, bemerke ich, an die Gleichung 3) anknüpfend, dass in der Determinante α_1 die Coëfficienten nach A) durch folgendes System gegeben sind:

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \end{matrix} \qquad \ldots\lambda)$$

Man erhält hieraus die Coëfficienten der neun Factoren rechts in 3) in der Art, dass man den Elementen $a\,b\,c$ diese Coëfficienten gibt, den Elementen $d\,e\,f$, dieselben Coëfficienten vorsetzt, wenn man sie noch, entsprechend der zweiten Colonne in λ) einmal mit 1, dann α, schliesslich α^2 multiplicirt. Endlich erhalten die Elemente $g\,h\,i$ dieselben Coëfficienten λ, nur entsprechend der dritten Colonne in λ) resp. mit $1, \alpha^2, \alpha$ noch multidlicirt. Man kann also so auch die Coëfficienten der neun Factoren in 3) zu folgendem System vereinigt denken:

$$\begin{matrix} \lambda & \lambda & \lambda \\ \lambda & \alpha\lambda & \alpha^2\lambda \\ \lambda & \alpha^2\lambda & \alpha\lambda \end{matrix} \qquad \ldots\lambda')$$

und damit dürfte das die Coëfficienten in 3) beherrschende Gesetz klar sein. Allgemein also erhält man, wenn das System der Coëfficienten einer nach A) gebildeten Determinante mit μ bezeichnet wird, bei seiner nach dem obigen Gesetze gebildeten Determinante, z. B. $5^2 = 25$ten Grades das System der Coëfficienten aus dem Schema:

$$\begin{matrix} \mu, & \mu, & \mu, & \mu, & \mu, \\ \mu, & \mu\alpha, & \mu\alpha^2, & \mu\alpha^3, & \mu\alpha^4 \\ \mu, & \mu\alpha^2, & \mu\alpha^4, & \mu\alpha, & \mu\alpha^3 \\ \mu, & \mu\alpha^3, & \mu\alpha, & \mu\alpha^4, & \mu\alpha^2 \\ \mu, & \mu\alpha^4, & \mu\alpha^3, & \mu\alpha^2, & \mu\alpha \end{matrix} \qquad \ldots\nu)$$

wobei α eine von $+1$ verschiedene 5te Einheitswurzel ist, u. s. w. bis zu einer Determinante vom Grade m^2.

Was den Beweis dieser Behauptung anbelangt, so wird derselbe wörtlich in derselben Weise geführt, wie in A), wenn man die Bildungsart dieser Determinanten, sowie das Gesetz der Coëfficienten beachtet, so dass ich ihn, um nicht zu wiederholen, übergehe, und nur bemerke, dass wegen $m^2-1 = (m-1)(m+1)$ der Factor

$(-1)^{\frac{m^2(m^2-1)}{2}}$ stets $+1$ ist, weil m eine ungerade Primzahl ist. Genau in derselben Weise kann man von Determinanten m^2ten Grades, die eben erhalten wurden, zu Determinanten vom Grade m^3 u. s. w. allgemein von solchen des Grades m^n zu denen vom Grade m^{n+1} übergehen und findet diese letzteren stets gleich einem ganz ähnlichen Producte von Factoren, wobei die einzelnen Summanden dieser Factoren zu Coëfficienten die Wurzeln der Gleichung $z^m = 1$ haben. So hat man z. B. bei einer Determinante vom Grade $3^3 = 27$ nach obigem Gesetze gebildet, für die Coëfficienten der 27 Factoren das Schema

$$\begin{array}{l} \lambda' \lambda' \lambda' \\ \lambda' \lambda' \alpha \lambda' \alpha^2 \\ \lambda' \lambda' \alpha^2 \lambda' \alpha \quad \text{u. s. w.} \end{array} \qquad \ldots \lambda')$$

Hiemit ist auch klar, dass der von mir früher publicirte Fall, wo $m = 2$ ist, hier völlig ausser Acht zu lassen ist, da bisher immer m eine ungerade Primzahl in der ersten Potenz war.

Allein mit dem Gesagten ist noch nicht die grösstmögliche Verallgemeinerung des neuen Satzes erreicht, sondern man gelangt zu derselben auf die folgende Weise.

C) Weitere Verallgemeinerung.

Ich nehme eine nach A) gebildete Determinante vom Grade 5, sie möge sein

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta & \gamma & \delta & \varepsilon \\ \beta & \gamma & \delta & \varepsilon & \alpha \\ \gamma & \delta & \varepsilon & \alpha & \beta \\ \delta & \varepsilon & \alpha & \beta & \gamma \\ \varepsilon & \alpha & \beta & \gamma & \delta \end{vmatrix}$$

und ersetze in ihr jedes Element durch eine nach A) gebildete Determinante dritten Grades, so gelange ich zur folgenden:

$$\begin{vmatrix}
a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\
a_2 & a_3 & a_1 & a_5 & a_6 & a_4 & a_8 & a_9 & a_7 & a_{11} & a_{12} & a_{10} & a_{14} & a_{15} & a_{13} \\
a_3 & a_1 & a_2 & a_6 & a_4 & a_5 & a_9 & a_7 & a_8 & a_{12} & a_{10} & a_{11} & a_{15} & a_{13} & a_{14} \\
a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_1 & a_2 & a_3 \\
a_5 & a_6 & a_4 & a_8 & a_9 & a_7 & a_{11} & a_{12} & a_{10} & a_{14} & a_{15} & a_{13} & a_2 & a_3 & a_1 \\
a_6 & a_4 & a_5 & a_9 & a_7 & a_8 & a_{12} & a_{10} & a_{11} & a_{15} & a_{13} & a_{14} & a_3 & a_1 & a_2 \\
a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\
a_8 & a_9 & a_7 & a_{11} & a_{12} & a_{10} & a_{14} & a_{15} & a_{13} & a_2 & a_3 & a_1 & a_5 & a_6 & a_4 \\
a_9 & a_7 & a_8 & a_{12} & a_{11} & a_{11} & a_{15} & a_{13} & a_{14} & a_3 & a_1 & a_2 & a_6 & a_4 & a_5 \\
a_{10} & a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 \\
a_{11} & a_{12} & a_{11} & a_{14} & a_{15} & a_{13} & a_2 & a_3 & a_1 & a_5 & a_6 & a_4 & a_8 & a_9 & a_7 \\
a_{12} & a_{10} & a_{11} & a_{15} & a_{13} & a_{14} & a_3 & a_1 & a_2 & a_6 & a_4 & a_5 & a_9 & a_7 & a_8 \\
a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} & a_{12} \\
a_{14} & a_{15} & a_{13} & a_2 & a_3 & a_1 & a_5 & a_6 & a_4 & a_8 & a_9 & a_7 & a_{11} & a_{12} & a_{10} \\
a_{15} & a_{13} & a_{14} & a_3 & a_1 & a_2 & a_6 & a_4 & a_5 & a_9 & a_7 & a_8 & a_{12} & a_{10} & a_{11}
\end{vmatrix} \qquad \ldots D)$$

Diese Determinante vom Grade 15 ist gleich 15 in $a_1 a_2 \ldots a_{15}$ linearen Factoren, deren Summanden Coëfficienten haben, die aus dem Schema π) zu entnehmen sind.

$$\begin{array}{l} 1\,1\,1 \\ 1\,\alpha\,\alpha^2 \\ 1\,\alpha^2\,\alpha \end{array} \quad \ldots x) \qquad\qquad \begin{array}{l} x\; x\; x\; x\; x \\ x\; x\beta\; x\beta^2\; x\beta^3\; x\beta^4 \\ x\; x\beta^2\; x\beta^4\; x\beta\; x\beta^3 \\ x\; x\beta^3\; x\beta\; x\beta^4\; x\beta^2 \\ x\; x\beta^4\; x\beta^3\; x\beta^2\; x\beta \end{array} \quad \ldots \pi)$$

Dieses Product von 15 Factoren, welches gleich D) ist, hat aus dem früher angegebenen Grunde noch den Factor $(-1)^{\frac{15.(15-1)}{2}} = -1$ zu erhalten.

Der Beweis für diese Determinante D) soll hier wegen des Abschlusses völlig gegeben werden. Jede Zeile in π gibt drei Factoren, weil x selbst drei Zeilen enthält, da jedoch die fünf Zeilen in π aus der zweiten hervorgehen, wenn man unter Beachtung, dass $\beta^5 = 1$ ist, β durch $\beta^2, \beta^3, \beta^4, \beta^5$ ersetzt, so genügt es offenbar für die Existenz aller 15 Factoren, den Nachweis für die drei der zweiten Zeile in π zu führen. Diese drei Factoren der zweiten Zeile entstehen aber aus dem zweiten von ihnen, nämlich aus

$$a_1 + a_2\alpha + a_3\alpha^2 + a_4\beta + a_5\alpha\beta + a_6\alpha^2\beta + a_7\beta^2 + a_8\alpha\beta^2 + a_9\alpha^2\beta^2 + a_{10}\beta^3 + a_{11}\alpha\beta^3 + a_{12}\alpha^2\beta^3 + a_{13}\beta^4 + a_{14}\alpha\beta^4 + \\ + a_{15}\alpha^2\beta^4$$

wenn man α durch α^2, α^3 ersetzt unter Beachtung von $\alpha^3 = 1$, demnach ist der Nachweis aller 15 Factoren auf die Existenz dieses einzigen Factors reducirt. Allein auch für die Existenz dieses einen Factors kann die Beweisart noch reducirt werden. Multiplicirt man nämlich die 15 Colonnen der Reihe nach mit $1, \alpha, \alpha^2, \beta, \alpha\beta, \alpha^2\beta, \beta^2, \beta^2\alpha, \beta^2\alpha^2, \beta^3, \alpha\beta^3, \alpha^2\beta^3, \beta^4, \alpha\beta^4, \alpha^2\beta^4$ und addirt sie sämmtlich zur ersten, so entsteht im ersten Gliede dieser Colonne der Factor, welchen ich P heissen will, offenbar, und in dem zweiten Gliede derselben Colonne $\alpha^2 P$, im dritten αP u. s. w. es erscheint in den sämmtlichen Gliedern nach dem Bildungsgesetze der Determinante P nur resp. multiplicirt mit

$$1, \alpha^2, \alpha, \beta^4, \beta^4\alpha^2, \beta^4\alpha, \beta^3, \beta^3\alpha^2, \beta^3\alpha, \beta^2, \beta^2\alpha^2, \beta^2\alpha, \beta, \beta\alpha^2, \beta\alpha,$$

und zwar mit zwingender Nothwendigkeit, womit der Beweis völlig erbracht ist.

Es ist jedoch zu beachten, dass man dieselbe Determinante D), also auch dasselbe Product für sie erhält, wenn man von der Determinante

$$\begin{vmatrix} \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \beta_2 & \gamma_2 & \alpha_2 \\ \gamma_2 & \alpha_2 & \beta_2 \end{vmatrix}$$

ausgeht, und in ihr $\alpha_2\ \beta_2\ \gamma_2$ durch die nachstehenden Determinanten 5ten Grades ersetzt:

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_4 & a_7 & a_{10} & a_{13} \\ a_4 & a_7 & a_{10} & a_{13} & a_1 \\ a_7 & a_{10} & a_{13} & a_1 & a_4 \\ a_{10} & a_{13} & a_1 & a_4 & a_7 \\ a_{13} & a_1 & a_4 & a_7 & a_{10} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a_2 & a_5 & a_8 & a_{11} & a_{14} \\ a_5 & a_8 & a_{11} & a_{14} & a_2 \\ a_8 & a_{11} & a_{14} & a_2 & a_5 \\ a_{11} & a_{14} & a_2 & a_5 & a_8 \\ a_{14} & a_2 & a_5 & a_8 & a_{11} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a_3 & a_6 & a_9 & a_{12} & a_{15} \\ a_6 & a_9 & a_{12} & a_{15} & a_3 \\ a_9 & a_{12} & a_{15} & a_3 & a_6 \\ a_{12} & a_{15} & a_3 & a_6 & a_9 \\ a_{15} & a_3 & a_6 & a_9 & a_{12} \end{vmatrix}$$

Der Grund hiefür ist eben, dass ich aus der ersten Zeile

$$a_1\ a_2\ a_3\ a_4\ a_5\ a_6\ a_7\ a_8\ a_9\ a_{10}\ a_{11}\ a_{12}\ a_{13}\ a_{14}\ a_{15}$$

alle folgenden durch die Anwendung der Substitution

$$S = (a_1\ a_2\ a_3)(a_4\ a_5\ a_6)(a_7\ a_8\ a_9)(a_{10}\ a_{11}\ a_{12})(a_{13}\ a_{14}\ a_{15}),$$

und ihrer Potenzen, mit daran schliessender Anwendung der Substitution

$$\Sigma = (a_1\ a_4\ a_7\ a_{10}\ a_{13})(a_2\ a_5\ a_8\ a_{11}\ a_{14})(a_3\ a_6\ a_9\ a_{12}\ a_{15})$$

herleitete, ich jedoch ebenso hätte von der Aufeinanderfolge der Elemente wie in Σ ausgehen können, und nach Σ erst S und die Potenzen hätte benützen können.

Ich habe nur bisher in Determinanten von einem ungeraden Grade ganz analoge substituirt behufs Bildung von Determinanten höheren Grades. Ebenso gut jedoch hätte ich Determinanten von geradem Grade benützen können, wie das folgende Beispiel, das ich schliesslich noch hinzufüge, zeigt

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\ a_2 & a_3 & a_1 & a_5 & a_6 & a_4 \\ a_3 & a_1 & a_2 & a_6 & a_4 & a_5 \\ a_4 & a_5 & a_6 & a_1 & a_2 & a_3 \\ a_5 & a_6 & a_4 & a_2 & a_3 & a_1 \\ a_6 & a_4 & a_5 & a_3 & a_1 & a_2 \end{vmatrix} = \begin{array}{l} (a_1+a_2+a_3+a_4+a_5+a_6)(a_1+a_2\alpha+a_3\alpha^2+a_4+a_5\alpha+a_6\alpha^2)\times \\ (a_1+a_2\alpha^2+a_3\alpha+a_4+a_5\alpha^2+a_6\alpha)(a_1+a_2+a_3-a_4-a_5-a_6)\times \\ (a_1+a_2\alpha+a_3\alpha^2-a_4-a_5\alpha-a_6\alpha^2)(a_1+a_2\alpha^2+a_3\alpha-a_4-a_5\alpha^2-a_6\alpha) \end{array}$$

welche Determinante durch Substitution von kubischen Determinanten in eine quadratische gebildet wurde, so dass die Coëfficienten aus dem Schema σ herzuleiten sind.

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \end{matrix} \quad \ldots \rho) \qquad\qquad \begin{matrix} \rho & \rho \\ \rho & -\rho \end{matrix} \quad \ldots \sigma)$$

Wie man so zu Determinanten vom Grade $m^\alpha n^\beta p^\gamma \ldots$ u. s. w. fortschreiten kann durch Substitution von nach A) gebildeten Determinanten $m$ten, $n$ten, $p$ten... Grades liegt auf der Hand und soll desshalb, da auch das Herleitungsgesetz für die $m^\alpha n^\beta p^\gamma \ldots$ Factoren, deren Producte die so enthaltene Determinante gleich ist, ganz klar sein dürfte, nicht weiter ausgeführt werden, um nicht wiederholen zu müssen. Nur die Bemerkung mag hinzugefügt werden, dass man durch diesen allgemeinen Satz, wenn die Elemente einer derartigen Determinante gegebene numerische Zahlen sind, die Berechnung derselben mit geringer Mühe durchführen kann, was sonst bei einigermassen hohem Grade unmöglich sein dürfte. Alles Weitere, sowie die Umkehrung dieses Satzes in Analogie zu dem früher von mir publicirten Satze, mag übergangen werden.

INULAE EUROPAE.

DIE EUROPÄISCHEN INULA-ARTEN.

MONOGRAPHISCH BEARBEITET VON

Dr. GÜNTHER BECK,
ASSISTENTEN AN DER BOTANISCHEN ABTHEILUNG DES K. K. NATURHISTORISCHEN HOFMUSEUMS.

(Mit einer Karte und einem Holzschnitte.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 13. OCTOBER 1881.

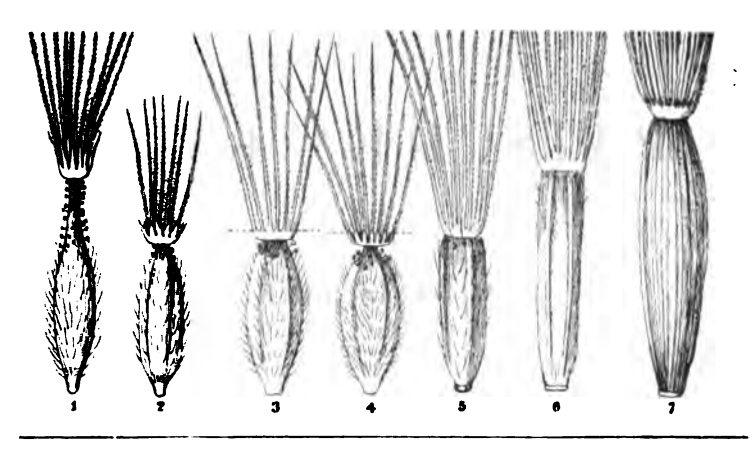
Die Eintheilung und Gruppirung der unter den Compositen so scharf begrenzten Inuleen, wie sie Willkomm und Lange (in Prodr. flor. hisp. II, p. 39) veröffentlichten, dürften von allen anderen derartigen Versuchen die meiste Berechtigung für sich haben. Die Charaktere der drei Gattungen *Jasonia* DC., *Pulicaria* Gärtn., *Inula* L. (emend.), welche in ihrem Werke unterschieden werden, fussen auf guten Merkmalen des Pappus und der Achänen und lassen dieselben als scharf begrenzt erscheinen, wenn auch die grosse Verwandtschaft der Gattung *Jasonia* zu *Pulicaria* nicht verläugnet werden kann.

Bekannt ist es, dass wir dem ausgezeichneten Forscher Gärtner das Verdienst zollen, zuerst das Genus *Pulicaria* (in De fruct. et sem. plant. II, p. 449 [1791]) von der Collectivgattung *Inula* Linné's abgetrennt und die Begrenzung des letzteren in seiner heutigen Gestalt durchgeführt zu haben. Streng genommen gebührt ihm daher die Autorschaft der Gattung *Inula*, in jetziger Gestalt, welcher Ansicht auch Endlicher (Gen. plant. p. 393) beitrat, oder es muss dem Namen Linné's die Bemerkung „emend." oder „excl. spec. *Pulicariae*" hinzugefügt werden. Man findet wohl in der That, dass manche Arten der Gattung *Pulicaria* sich, was die Tracht anbelangt, sehr an die echten *Inula*-Arten anschliessen, doch durch das Merkmal eines doppelreihigen Pappus ergibt sich ein genügender Unterschied, um sowohl die Arten der Gattung *Pulicaria*, wie jene des Genus *Jasonia* von den echten Alanten sofort zu trennen.

Um die Stellung des Genus *Inula* zu den verwandten klar zu machen, vergegenwärtigen wir uns, dass die Gattung *Inula* meist walzenförmige, seltener gegen die Spitze verschmälerte Achänen besitzt (Fig. 3—7), welche von einer einfachen Reihe von Pappusborsten gekrönt werden, die nur am Grunde, jedoch nur bei einigen Arten, etwas ringförmig verwachsen sind. Die Arten der Genus *Pulicaria* besitzen dagegen einen doppelreihigen Pappus; der äussere Kreis ist vielmals kürzer, krönchen- oder ringförmig verwachsen und besitzt lanzettliche, gezähnelte oder gefranste Spitzen, während die innere Reihe der Pappusstrahlen borstenförmig wie bei *Inula* gestaltet ist. Die Bekleidung der Achänen ist borstenhaarig gegen die Spitze drüsig, bei den *Inula*-Arten hingegen nicht vorhanden oder mehr seidenhaarig, viel seltener drüsig *(Cupularia)*. Das der Gattung *Pulicaria*

zunächststehende Genus *Jasonia* DC. (Prod. V, p. 476) unterscheidet sich fast durch dieselben Merkmale von *Inula*, wie *Pulicaria*. Bewirken ja auch die minder verwachsenen, äusseren Pappusstrahlen und die beiderseits verschmälerten, am längeren Halse dichter mit Drüsen besetzten Achänen kaum einen generellen Unterschied zwischen *Pulicaria*, in deren Umfang ich die Arten am liebsten inbegriffen sehen möchte.

Das Genus *Telekia*, in der Tracht der Arten der *Inula Helenium* ähnlich, steht den Alanten durch den Mangel der borstenförmigen Pappusstrahlen ferner, sowie auch die Gattungen *Buphthalmum, Erigeron, Aster*, die sämmtlich ungeschwänzte Antheren besitzen.



Figur 1. Achänium von *Jasonia glutinosa* DC., 2. von *Pulicaria vulgaris* Gärtn., 3. von *Inula (Cupularia) viscosa* (L.) 4. von *I. (Cupularia) graveolens* L., 5. von *I. (Enula) Britannica* L., 6. von *I. (Enula) ensifolia* L., 7. von *I. (Corvisartia) Helenium* L. Vergrösserung durchwegs beiläufig 10mal, bei Figur 7 8mal. Die punktirte Linie bedeutet bei Figur 3 und 4 die Ebene, in welcher die Pappusborsten abbrechen.

Da ich eine nähere Besprechung nur über die Gattung *Inula* beabsichtige, so will ich die Eintheilung derselben, wie sie Willkomm gab, voransetzen, da selbe die Sectionen in richtiger Begrenzung, wenn auch mit unrichtiger Bezeichnung versinnlicht.

Es zerfällt nach ihm (Prodr. flor. hisp. II, p. 42—46) das Genus *Inula* in drei Sectionen:

I. CUPULARIA Godr. et Gren., Flor. franç. II, p. 180.

Achaenia cylindrica, obtusangula, ecostata; pappi setae basi connatae et in membranam brevissimam patellaeformem explanatae; calathia numerosa, racemoso-paniculata.

II. EUINULA Willkomm l. c.

Achaenia cylindracea costata, apice truncata vel laeviter attenuata, pappi setae liberae.

III. CORVISARTIA Coss. Germ. flor. par. ed. II, p. 507.

Achaenia tetragona, truncata, obsolete costata, pappi setae liberae, vix ciliatae; calathia speciosa.

Was die erste Section betrifft, so hat schon M. Adanson (Famil. II, p. 125, 1825) deren Arten nach DC., Prodr. V, p. 470 als selbstständiges Genus *Limbarda* zusammengefasst, indem er zwei Genera scheidet:

Limbarda: enveloppe imbriquée, feuilles droites menues und
Helenium: enveloppe imbriquée, feuilles larges, divergentes.

Da jedoch eine nähere Detaillirung der Merkmale fehlt, lässt sich nicht mit Sicherheit ermitteln, ob Adanson unter *Limbarda* nur die Arten des von Grenier und Godron aufgestellten Genus *Cupularia* darunter verstand, oder nicht vielleicht andere Arten mit gleichbeschaffenen Hüllschuppen, wie z. B. *I. crithmoides* L. (mit welcher Art allein Cassini [Opusc. physiolog. p. 350, 1826] dasselbe aufstellte) oder näher stehende Geschlechter wie *Jasonia* und *Pulicaria* mit einbezog. Es ist ja auch nicht mit Sicherheit aufgeklärt, ob derselbe unter dem Genus *Helenium* nur die *Inula Helenium* L. (welcher Ansicht Bentham und Hooker in

ihren Gen. plant. II, 1. p. 330) oder was mir wahrscheinlicher, auch andere *Inula*-Arten begriff. Es war erst De Candolle, der die Section *Limbarda* aufstellte und genauer bezeichnete, in ihren Merkmalen auch gut präcisirte, doch bei der Einreihung der Arten in dieselben minder kritisch zu Werke ging.

Jedermann wird zugeben, dass die Wahl der Merkmale, mit welchen er die Section IV. *Limbarda*, l. c. p. 470, begleitet: „Involucri squamae omnino exappendiculatae, adpressae, acuminatae, pauciseriales. Achaenium villosum, teretiusculum" eine gute ist. Wir finden aber andererseits die *I. graveolens* Desf. bei den echten *Inula*-Arten unter der Section *Bubonium*. Die Hüllschuppen der letzteren Art können doch nicht als: „apice appendiculo parvo foliaceo auctae" bezeichnet werden.

Wenn wir nun unsere europäischen *Inula*-Arten durchblicken, so passen die Merkmale der Section *Limbarda* De Candolle's auf drei Arten nämlich auf *Inula graveolens* Desf., *I. viscosa* Ait., *I. crithmoides* L. Die beiden ersteren ähneln wohl ein wenig im Habitus und Blüthenstand, die letztere steht unter allen heimischen Alanten vereinzelt da. Sie ist eine fast strauchige Halophyte mit ganzrandigen oder an der Spitze dreizähnigen linearen Blättern, welche durch ihre saftige, fleischige Consistenz eher an die Blätter einer *Sedum*-Art als an jene eines Alantes erinnern. Aber auch in der Bildung der Hüllschuppen, id est im Übergange der obersten Stengelblätter in die Hüllschuppen, sowie in der Gestalt derselben, lassen sich zwischen *I. graveolens* und *I. viscosa* einerseits, wie zwischen *I. crithmoides* andererseits, Unterschiede auffinden. Bei den ersteren rücken die Stengelbätter auf dem unter dem Capitulum nicht verdickten Blüthenstiele bis unter das Köpfchen, und schliessen sich an dieses als äusserer Schuppenkreis an. Allmälig verwandeln sie sich in kleinere Blättchen mit grünem Mittelnerv und häutigem Rande, welche in längere lanzettliche, ganzhäutige, fein zugespitzte Schüppchen übergehen. Bei *I. crithmoides* hingegen verkleinern sich die Stengelblätter 2—5^{cm} unter dem auch viel grösseren Köpfchen plötzlich in pfriemliche Schüppchen, deren Stellung an dem unter dem Köpfchen stark verdickten Blüthenstiele immer mehr genäherte Schraubengänge aufweist. Wir sehen daher deutlich ein allmäliges Näher- und Aneinanderrücken der Schuppen.

Weiters haben Grenier und Godron die *I. graveolens* und *I. viscosa* wegen der Merkmale ihres Pappus zusammengefasst und als selbstständiges Genus *Cupularia* von *Inula* gesondert.[1] Meine Untersuchungen ergaben jedoch keinen Gattungsunterschied in Bezug auf den Pappus.

Derselbe ist an der Basis kurz verwachsen, wie es bei anderen Arten häufig vorkommt. Einen äusseren Kreis desselben, wie ihn Grenier und Godron anführen[2] suchte Reichenbach fil.[3] und ich vergebens. Bei *Inula viscosa* kann man wohl allerdings leicht irregeführt werden. Die Pappusstrahlen sind bei dieser Art an der Basis in einen kleinen Ring verwachsen und da die sehr gebrechlichen Borsten bei stärkerer Berührung allsogleich abfallen, findet man die Achänen von einem Pappusringe gekrönnt vor. Doch ein doppelter Pappus existirt auch bei dieser Art nicht. (Siehe Fig. 3.)

Nicht die Pappusbeschaffenheit, sondern ein Merkmal, dessen die Autoren des Genus *Cupularia* nur theilweise erwähnten, ist für beide Arten charakteristisch und wichtig, indem es sowohl die Abtrennung einer Section rechtfertigt, wie den Übergang der *Inula*-Arten zum nächststehenden Genus *Jasonia* DC. anbahnt. Es ist die Eigenthümlichkeit des Achäniums, das sich nach oben verschmälert und am Halse von hellen Drüschen bekleidet wird. Dieses Merkmal kömmt der *I. crithmoides* nicht zu, und findet sich nur noch bei *I. Britannica* und einigen aussereuropäischen Arten in minder ausgesprochener Weise.

Man ersieht aus meinen Auseinandersetzungen, dass die *Inula graveolens* und *I. viscosa* sich durch die eigenthümliche Bekleidung und Verschmälerung des Achäniums von *I. crithmoides* und den anderen Alanten streng sondern und eine eigene Section bilden, dass aber Godron und Grenier fehlten, als sie bei der Aufstellung des Genus *Cupularia* auf Merkmale Gewicht legten, die keinen generellen Unterschied begründen.

---

[1] Flor. franç. II, p. 180.

[2] L. c. p. 180: „l'aigrette externe courte, membraneuse, disposée en forme de cupule très-finement crénelée sur les bords."

[3] Icon. XVI, p. 18.

Es frägt sich nun, welcher Name und Autor dieser Section gebührt. In De Candolle's Prodromus finden wir keine Aufklärung, denn die *I. graveolens* steht bei den echten Alanten, die *I. viscosa* in der Section *Limbarda*. In Koch's Synops., p. 395, findet sich letztere sogar nach dem Beispiele Cassini's bei *Pulicaria* eingereiht.

Vereint finden sie sich zuerst bei Gren. u. Godr., Flor. franç. II, p. 190 (1850), aber als selbstständiges Genus, und in Willkomm's Prodr. flor. hisp. II, p. 42 (1870) als Section. Daher glaube ich mit Recht, diese Section mit dem Namen *Cupularia* Willk. oder *Cupularia* Gren. u. Godr. (als Genus), nicht wie Willkomm als *Cupularia* Gren. u. Godr. zu bezeichnen. Als Synonyme seien hinzugefügt:

Sect. VII. *Cupularia* Bentham et Hooker, Gen. plant. II, 1, 331 (1873).
Cupularia Boissier, Flor. orient. III, p. 198 (1875).

Als zweite, naturgemäss abgegliederte Section muss nun die *I. crithmoides* folgen, welche den Hüllkelch der *Cupularia*-Arten, [1] aber die Achänengestalt der echten *Inula*-Arten besitzt. In der Benennung dieser Section kann kein Zweifel obliegen, da De Candolle dieselbe genau wie oben präcisirte; sie nennt sich: *Limbarda* DC., Prodr. V, 470 (1836); *Limbarda* Adans. l. c. pr. p.?; Cass., Dict. 23, p. 565 et 26, p. 437; Reichenb., Flor. exc. 2, p. 237.

Die zweite von Willkomm aufgestellte Section *Euinula* ist wohl trefflich benannt; doch nach den Regeln botanischer Nomenclatur ist dieser Name nicht anzuwenden, da schon De Candolle l. c. p. 464 diese Section mit dem Namen *Bubonium* belegte, und noch vor ihm Duby in Bot. gall. I, p. 267 dieser Abtheilung den Namen *Enula* gab. Letzterer Name wurde von De Candolle absichtlich vernachlässigt, da nach seinen Forschungen unter dem Namen *Enula* von älteren Botanikern die *Inula Helenium* L. gemeint wurde und auf diese Weise durch Anwendung dieses Namens Anlass zu einem Missverständnisse gegeben werden könnte. Da Letzteres nicht leicht möglich, auch ein Genus *Enula* nicht existirt, dürfte dieser Name der Priorität halber angenommen werden.

Auch die dritte Section wird von Willkomm nicht mit dem richtigen Namen bezeichnet und ist zuerst als *Sectio Corvisartia* von Dumortier (Florul. Belgic., p. 68 [1827]) aufgestellt worden.

Diese Abtheilung enthält nur die einzige europäische Art, nämlich *Inula Helenium* L. Nur im Oriente finden sich noch einige wenige Arten dieser Section (z. B. *I. macrocephala* Kotschy et Boiss).

Inula Helenium L. wurde zuerst von Mérat, Nouv. flor. par. édit. 1, p. 328 (nach édit. 4, p. 360), nicht von Grenier und Godron, wie Willkomm glaubt, als selbstständiges Genus unter dem Namen *Corvisartia* (mit der Art *C. Helenium*) abgetrennt. Nach Reichenbach fil. ist dieses Genus sogar ein „genus certe distinctissimum"! Man findet aber in dessen Genusdiagnose höchstens in der Beschaffenheit des Pappus, Anhaltspunkte, um die Trennung begründet zu sehen. „Pappi setae margine serrulatae ima basi hinc illinc coalitae, hinc polyadelphae quasi, uni-biseriatae, super augulos achenii contra pluriseriatae" heisst es an dieser Stelle. Durchblicken wir jedoch die Reihe der echten *Inula*-Arten, so finden wir die an der Basis vereinigten Pappusstrahlen bei einigen Arten vor (z. B. bei *I. ensifolia* u. a.), die Verwachsung mehrerer bei *I. germanica*, *I. Britannica* u. a., die Anhäufung der Pappusstrahlen an den den Kanten des Achäniums gegenüberliegenden Stellen bei *I. ensifolia*, *I. germanica*, *I. hybrida*; wir erkennen dieselben Verhältnisse wie bei *I. Helenium*, nur bei den anderen *Inula*-Arten in kleinerem Massstabe. Doch auch bei *Inula Helenium* ist der Pappus nicht mehrreihig zu nennen. Die Borsten sind an den vorhin erwähnten Stellen nur aneinander gedrängt, da die Linie der Anheftung der Pappusstrahlen wie die Achäniumskante einen Winkel nach auswärts macht. Die Reichenbach'sche Figur 13 auf Tafel 30 bringt aber dieses Verhältniss durchaus nicht klar zur Anschauung.

Der Unterschied in den Anthodialschuppen, welche man gegen die Spitze spatelig erweitert und abgerundet nennt, hat keine Bedeutung. Es kann dieses Merkmal zwar für die äusseren Schuppen gelten, für die inneren ist es unwahr, denn sie sind eben so fein zugespitzt und häutig, wie bei den anderen *Inula*-Arten. Die Stengelblätter gehen bei unseren Arten allmälig in die Hüllschuppen über; dabei entwickelt sich der an den

[1] Wenigstens in Bezug auf die häutige Beschaffenheit der Anthodialschuppen.

mittleren Stengelblättern gewöhnlich nur schwach oder gar nicht entwickelte Blattstiel bedeutend, er wird fleischig, legt sich fest an das Anthodium an und trägt an seiner Spitze die immer kleiner werdende und endlich mit dem Häutigwerden der Schuppe verschwindende Blattspreite, daher De Candolle die Anthodialschuppen als „apice appendiculo parvo foliaceo auctas“ treffend bezeichnet. Da nun bei *I. Helenium* die Stengelblätter mit breit herzförmiger Basis aufsitzen, haben demzufolge die Blattspreiten eine herzförmige Gestalt, die Hüllschuppen sind daher gegen die Spitze spatelig erweitert. Ähnlich ist es bei *I. salicina*, *I. ensifolia*, und allen anderen. Bei *I. salicina* sitzen die oberen Stengelblätter mit geöhrelter, aber schmaler Basis auf, die äusseren Hüllschuppen haben demnach eine rautenförmige Spreite, dessen untere Ränder etwas eingeschlagen sind; bei *I. ensifolia*, welche lanzettliche, mit verschmälerter Basis sitzende Stengelblätter besitzt, geht die Rautenform der Blattspreite an den Schuppen fast verloren, indem der Blattstiel an Breite überwiegt und unmittelbar in das grüne, der Blattspreite entsprechende Spitzchen sich verschmälert. Die Hüllschuppen sind daher lanzettlich. Sowohl bei *I. Helenium* als auch bei vielen anderen echten Alanten ist die Blattspreite zurückgekrümmt.

Es lässt sich also in Bezugnahme auf die Anthodialschuppen zwischen Sectio II und III kein principieller, noch weniger ein genereller Unterschied festsetzen.

Grenier und Godron, Fl. fr. II, p. 173, legen auch auf die Beschaffenheit des Pappus wie der Anthodialschuppen kein Gewicht, sondern finden den Unterschied zwischen *Corvisartia* und *Inula* in den Achänen:

Corvisartia: Akènes tétragones, tronqués au sommet munis de côtes fines tout autour.

Inula: Akènes cylindriques, tronqués ou faiblement atténués au sommet, munis de côtes tout autour.

Auf dieses kann ich erwidern, dass ich die Achenen von *I. Helenium* meistens fünfkantig vorfand, und diese Eigenschaft auch den Achänen der anderen *Inula*-Arten zukömmt. Scharf ausgesprochen ist diese Eigenschaft z. B. bei *I. ensifolia*, *I. Britannica; I. salicina*, und auch andere Arten haben wenigstens verwischte Kanten des Achäniums. Es lässt sich also auch in den Achänen keine Rechtfertigung der Abtrennung des Genus *Corvisartia* finden.

Nachdem ich so die Merkmale der *I. Helenium* mit jenen der wahren *Inula*-Arten verglichen, würde sich ergeben, dass auch die Abtrennung der Section nicht gerechtfertigt sei. Ich fand jedoch ein Merkmal, das ich nirgends erwähnt und bei keiner anderen *Inula*-Art vorhanden sah, und das dem vorhergehenden Zwecke genügend entspricht.

I. Helenium besitzt einen fein-flaumig gewimperten Fruchtboden, in welchem einzelne längere Wimpern eingestreut sind. Ausserdem lässt der unter den Alanten einzig dastehende Habitus die Annahme einer Section wohl zu. Bei keiner anderen Art Europa's finden wir 1—1·5^{m} Höhe der Pflanze, die riesigen, bis 0·6^{m} langen Basalblätter, diese breiten mit herzförmiger Basis sitzenden Stengelblätter und Anthodien von 0·06—0·07^{m} im Durchmesser. Nur die ihr verwandten Arten in Asien zeigen ähnliche Dimensionen.

Kurze Zeit nach Aufstellung des Mérat'schen Genus *Corvisartia* ward schon von Poiret (in Lamarck, Encykl. suppl. III, p. 152) auf die Unzweckmässigkeit dieser Abtrennung hingewiesen und Cassini (opusc. phytol. I, p. 350) zog es im Jahre 1826 wieder ein. Dumortier stellte dasselbe wieder im Jahre 1827 als Section her, und ihm folgten im gleichen Sinne Reichenbach (1830), De Candolle (Prodr. V, p. 463 [1836]), Koch (Synops. p. 392 [1843])[1] und Andere. Neilreich gab sogar dieser Section in seiner Flora von Nieder-Österreich p. 335 (1859) noch einen neuen Namen *Helenium.*

Die Section führt daher den richtig gestellten Namen *Corvisartia* Mérat (als Genus) oder *Corvisartia* Dumortier.

Auf Grund der vorhergehenden Auseinandersetzungen gruppiren sich die europäischen Alante wie folgt:

---

[1] Koch schreibt irrthümlich *Corvisaria*; der richtige Name ist *Corvisartia*, i. e. ein nach Baron Corvisart benanntes Genus.

INULA L. (emend.).

Inula L., Gen. plant. edit. VI, p. 426, n. 956 (1764). — DC., Prodr. V, p. 463. — Koch, Synops. ed. 1, p. 358, ed. 2, p. 392. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 174, p. p. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 267, p. p. — Willkomm et Lange. Prodr. flor. hisp. II, p. 42. — Benth. et Hook., Gen. plant. II, 1, p. 330. — Boiss., Flor. orient. III, p. 184.

Inula Gärtner, De fruct. et sem. plant. II, p. 449. — Endlicher, Gener. plant., p. 393, n. 2426.

Inula L. p. p. et species generis
Asteris apud Scopoli, Allioni, Moench,
Erigerontis apud Linné,
Conyzae apud L., Host, Moris, Sibth. et Smith,
Pulicariae apud Pressl et Cassini,
Senecionis apud Scopoli,
Solidaginis apud Lamarck.

Capitula multiflora, heterogama, radiata v. rarius disciformia; flores radii 1-pluriseriati feminei, discique hermaphroditi; involucri pluriseriati squamae imbricatae exteriores saepe foliaceae, interiores gradatim minores, intimae scariosae angustae; receptaculum planum v. subconvexum, areolatum v. foveolatum, nudum rarius fimbriatum; corollae radii ligulatae 3—5 dentatae, nunc elongatae patentes nunc minores occultae limbo erecto minimo, discique regulares tubulosae limbo elongato parum ampliato 5-dentato v. 5-fido; antherae basi sagittatae, caudis distinctis capillaribus ramulosis rarius simplicibus acuminatis; — styli rami leviter complanati, apicem versus saepe latiores, obtusi, papillosi; achaenia subteretia, costis 5—4 nunc prominulis nunc evanidis intermediis rarius additis; pappi setae copiosae rarius paucae, parum inaequales scabrae v. barbellatae, basi saepe inaequaliter brevissime concretae.

Herbae (Europae species) perennes, rarius biennes v. annuae, caulibus foliatis; folia alterna, saepe amplexicaulia indivisa, integerrima v. serrata; capitula magnitudine valde variantia, ad apicem ramorum maxima parte solitaria v. saepius corymbosa v. paniculata; corollae omnes flavae, achaenia glabra v. sericeo-pilosa rarius apice glandulifera.

Sectio I. CORVISARTIA.

Mérat, Flor. par. éd. 1, p. 328; éd. 2, II, p. 261 (sub genere proprio). — Reichenb., Icon. XVI, p. 12, t. 30.

Helenium Gilibert, Exercit. philol. I, p. 168 (non Linné).

Sect. *Corvisartia* apud Dumortier, Flor. belg. p. 68 (1827). — Duby, Bot. Gallic. I, p. 267 (1828). — DC. Prodr. V, p. 463. — Koch, Synops. ed. 1, p. 358; ed. 2, p. 392.

Sect. *Corvisartia* Reichenb. p. flor. excurs. p. 238 (1830).

Sect. *Corvisartia* DC. in Endlich., Gener. plant., p. 393.

Sect. apud Cosson et Germ., Flor. Paris, II, p. 412 (1845); apud Grenier, Flor. jurass., p. 423 (1865); apud Benth. et Hook, Gen. plant. p. 330.

Capitula speciosa; involucri squamae exteriores apice foliaceae, cordato-dilatatae, recurvatae, rotundato-obtusae, — interiores sensim membranaceae, acuminatae; receptaculum fimbriatum; achaenia penta-rarius tetragona, costata, truncata, glabra; pappi setae basi breviter concretae. ♃.

Sectionis typus: *Inula Helenium* L.

Sectio II. ENULA.

Duby, Botan. Gall. I, p. 267 (1828) emend. — Koch, Synops., p. 392.

Sect. *Enula* Coss. et Germ., Flor. d. env. d. Paris, II, p. 412.

Sect. *Inulotypus* Dumortier, Flor. belg., p. 68 (1827) pr. p.

Sect. *Bubonium* DC., Prodr. V, p. 464. — Endl., Gen. plant., p. 394. — Benth. et Hook,, Gen. plant., p. 330.

Sect. *Euinula* Willkomm et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 43.

Sect. *Euinula* et *Pseudo-Conyza* Gren., Flor. jurass., p. 423 et 425.

Inulae et *Conyzae* species apud L. spec. plant

Involucri squamae exteriores apice foliaceae recurvatae, — interiores membranaceae acutae; receptaculum nudum; achaenia pentagona, costis plus minus prominentibus vel obliteratis, apice truncata vel leviter attenuata, glabra vel pilosa; pappi setae liberae vel basi breviter concretae.

Sectionis typus: *I. salicina* L. cum ligulis involucrum bene superantibus et *I. vulgaris* (Lam.) cum ligulis occultis.

Sectio III. LIMBARDA.

DC., Prodr., V, p. 470. — Endl., Gen. plant., p. 394. — Benth. et Hook., Gen. plant., p. 381.
Limbarda Adanson, Fam. II, p. 125 (sub genere proprio), p. p.?
Eritheis Gray, Nat. arr. brit. pl. II, p. 464.

Involucri squamae exteriores omnino exappendiculatae, adpressae, membranaceae, — interiores minores subulatae; receptaculum nudum; pedicellus incrassatus; achaenia obliterate costata, pilosa; folia succulenta.

Sectionis typus: *Inula crithmoides* L.

Sectio IV. CUPULARIA.

Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 180 (1850) sub genere proprio. — Bertoloni, Flor. ital. IX, p. 195. — Reichenb. Icon. XVI, p. 18, t. 44.
Sect. *Cupularia* Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 42 (1870).
Sect. *Cupularia* Benth. et Hook, Gen. plant. II, 1, p. 331 (1878).
Sect. *Cupularia* Boissier, Flor. orient. III, p. 198 (1875).
Erigerontis species apud L. spec. plant.

Involucri squamae exteriores subfoliaceae, omnino exappendiculatae, adpressae, — interiores gradatim membranaceae, acutae; receptaculum nudum; achaenia obtusangula, conspicue immersa, apice paulum constricta et glandulis pellucidis obsita, reliqua parte pilosa; pappi setae basi breviter connatae.

Sectionis typus: *Inula graveolens* (L.).

Es dürfte hier am Platze sein, Einiges über die Fortpflanzung der *Inula*-Arten zu erwähnen. Bei allen Arten findet in freier Natur eine Vermehrung der Individuen durch Samen statt. Künstlich können aber die meisten Arten, welche kriechende, unterirdische Stengel oder ausdauernde Wurzelstöcke haben, durch Stocktheilung vervielfältigt werden. — Das Achänium keimt erst nach längerer Ruhepause (2 Monate) im Frühjahre und erzeugt nach Ausbildung der länglichen oder eiförmigen Keimblätter im ersten Jahre einen meist grundständigen Büschel von 5—6 Blättern, seltener einen kleinen beblätterten Stengel (*I. hirta*). Diese Blätter sind meistens in ihrer Gestalt und Bekleidung jenen der ausgebildeten Pflanzen ziemlich unähnlich; vornehmlich finden wir an denselben deutlicher ausgeprägte Blattstiele, (*I. Helenium, I. Britannica* u. a.) breitere Blattspreiten und Abrundung ihrer Spitzen, kleinere Ausmasse; die Bekleidung der Blätter ist eine viel reichere, und bei manchen Arten vorhanden, denen sie im ausgebildeten Zustande fehlt (z. B. hat *I. Neilreichii* dicht behaarte Blätter). Im ersten Jahre gelangt nur die *I. graveolens* zur vollkommenen Blüthen- und Fruchtbildung. Häufiger sind zweijährige Alante; besonders typisch blüht *I. Britannica* im zweiten Jahre, und geht nach der Samenreife zu Grunde. Gleich verhalten sich sicherlich die ihr verwandten Arten, wie *I. caspia, I. multicaulis*. — *I. vulgaris* scheint nur selten im zweiten Jahre, sondern meist im dritten Jahre zu blühen, wonach sie sich durch seitliche, Blätter entwickelnde Wurzelsprosse noch kurze Zeit vermehrt oder abstirbt. Zu diesen mehrjährigen *Inula*-Arten gehören ferners *I. bifrons, I. thapsoides*.

Die grösste Anzahl der Alante besitzt jedoch ausdauernde, kriechende, sich in der Richtung des Wachsthums verzweigende, unterirdische Stengeltheile (sog. kriechende Wurzeln). Im ersten Jahre der Keimpflanze ist die Wurzel noch faser- oder spindelförmig, und erst im zweiten Jahre oder noch später erscheinen, meistens wenn die Pflanze zur Blüthe gelangt, knapp unter der Erde am Stengel beschuppte, fleischige Ausläufer, die jedoch bald verholzen und im nächsten Jahre einen neuen sich aufrichtenden Blüthenstengel bilden, an welchem die Ausläuferbildung wieder in derselben Weise sich wiederholt. Trotz der oft starken Verholzung und der

damit verbundenen Festigkeit der Stengel sterben alle oberirdischen Theile der Pflanze nach einer Vegetationsperiode im Herbste ab. Ausdauernde Wurzelstöcke sind weniger vertreten. *I. Helenium, I. candida* und *montana, I. crithmoides, I. viscosa* wären mit solchen beispielsweise zu erwähnen.

Die meisten hybriden Alante besitzen kriechende unterirdische Stengel und vermehren sich vermöge derselben in oft unglaublicher Menge *(I. hybrida, I. Neilreichii, I. rigida)*. Andere Bastarde werden nur selten und einzeln gefunden (z. B. *I. intermixta*). Ganz unfruchtbare Bastarde fand ich nicht vor, stets waren wenigstens einige der Achänen vollkommen ausgebildet und keimfähig; die randständigen Fruchtknoten scheinen mir am ehesten ausgebildet zu werden.

Überblicken wir die geographische Verbreitung der *Inula*-Arten, welche sämmtlich der alten Welt angehören, so finden wir drei Verbreitungscentren: das erste liegt im westlichen Theile der Himalayakette, das zweite im Kaukasus und Armenien, das dritte zwischen der Nordostspitze Spaniens und Südfrankreich.[1] Jedes dieser Centren besitzt seinen eigenthümlichen Formenkreis mit mehreren localisirten oder nur wenig verbreiteten Arten. Betrachten wir die zwei europäischen Verbreitungscentren, so finden wir dem südfranzösischen folgende Arten angehörig: *Inula Vaillantii* und *I. helenioides*, erstere vom Ebro gegen Nordost bis zum Rhein verbreitet, letztere auf Aragonien, Catalonien und dem südöstlichen Theile des an die Pyrenäen angrenzenden Frankreichs beschränkt; weiters im Bereiche des Mediterrangebietes und mit grösserer Verbreitung, die *I. spiraeifolia* bis nach Dalmatien und *I. montana*, welche Ost-Spanien, Nord-Afrika und Italien in ihrem Umfange einschliesst. Das kaukasische Centrum besitzt auf seinen Alpentriften im Kaukasus und Georgien, die in ihrer stattlichen Tracht nur mit asiatischen Gebirgsarten übereinstimmenden, und durch die kraushaarigen Köpfchen auffallenden Arten der *I. glandulosa* und *I. grandiflora*, ferner die in unseren Gärten wegen des Wohlgeruches der vegetativen Theile vielfach eingebürgerte *I. thapsoides*, welche sich nur noch in Kleinasien am bithynischen Olymp (ob daselbst wirklich wild?) vorfindet. In Kleinasien sind jedoch noch manche fast localisirte Arten aufgefunden worden, unter denen die stengellose *I. acaulis* Schott et Kotschy, *I. Montbretiana* DC., die Stellvertreterin der *I. montana*, ferner *I. viscidula* Boiss. et Kotschy, *I. discoidea* Boiss., *I. auriculata* Boiss et Balans. hervorzuheben sind. Zu diesem Centrum rechne ich auch jene Arten, die als mit Vorliebe Steppen- und trockenere Hügelbewohner vornehmlich im südlichen Russland auftreten, und gegen Mittel-Europa vorgedrungen sind, da sie das kaukasische Gebiet in ihren Verbreitungsbezirken einschliessen. Hiezu gehören *I. germanica, I. ensifolia* und *I. Oculus Christi*; erstere kann als Stellvertreterin der *I. spiraeifolia* des westlichen Centrums gelten, wiewohl sie den Verbreitungsbezirk dieser Art in Istrien und Dalmatien kreuzt; letztere aber in eclatanter Weise als jene der *I. helenioides*. Interessant ist es, dass die *I. ensifolia* einen von ihrem Verbreitungsbezirke ganz losgetrennten Standort auf der Insel Gotland besitzt.

Vom asiatischen Centrum greift blos die *I. caspia* an den Gestaden des kaspischen Meeres bis nach Europa.

Einzelne Arten verbreiten sich so weit, als sie die ihnen geeigneten klimatischen Verhältnisse vorfinden. Zu diesen Arten sind die dem Mediterrangebiete angehörige *Inula graveolens* und *I. viscosa* zu rechnen von welchen die letztere bis nach Madeira und Teneriffa gewandert ist. Auch *I. crithmoides* wäre anzuführen, welche als eine typische Meerstrandpflanze sowohl im ganzen Mittelmeergebiete, als auch an den Gestaden Irlands und Englands angetroffen wird und nur selten, wahrscheinlich nur auf salzhältigem Boden, mehr gegen das Festland vordringt (wie z. B. im östlichen Spanien). Merkwürdig ist auch die *I. candida* mit ihren zahlreichen Abarten; von Kleinasien und Nordsyrien reicht ihr Vorkommen über Griechenland bis Dalmatien (45° n.B.), während in Italien ihre Grenze blos den in das adriatische Meer vorspringenden Mte. Gargano umschliesst, Für Sicilien ist sie mit Sicherheit nicht erwiesen.

---

[1] Man vergleiche die beigegebene Karte, welche, so weit die Angaben reichen, angefertigt wurde, aber sich, wie begreiflich, der Vollständigkeit nur annähern kann.

Wir haben jedoch noch eine Reihe von Alanten, die fast in allen Theilen Europa's, nur mehr oder minder zerstreut vorkommen, die jedoch sämmtlich den 61° n. B. nicht übersteigen. Selbst die *Inula Helenium,* deren Stammsitz wahrscheinlich in Central-Asien liegt, und die als officinelle Pflanze so vielfach gebaut wird und verwildert, erreicht ebenfalls nur in Gärten die höchste nördliche Breite von fast 61°. Die so häufige *I. salicina* wird dadurch unter diesen Arten interessant, dass sie England gar nicht berührt und blos in Irland an einer Stelle (Galway) vor nicht gar langer Zeit aufgefunden wurde. Ähnlich verhält sich *I. Britannica,* früher der „britische Alant" genannt, der auf den britischen Inseln gar kein Vorkommen hat und auch die Pyrenäen südwärts nach Spanien nicht zu überschreiten scheint. So weit die Angaben reichen, schliesst die Umfanglinie des vorgehenden Alantes auch Unter-Italien sammt den drei grossen Inseln, die peloponnesische Halbinsel und Creta aus. Auch *Inula vulgaris,* welche sich allgemein in Europa bis zum 57° n. B. verbreitet, bietet die Eigenthümlichkeit in Irland zu fehlen. Alle anderen Arten lassen in ihrer Verbreitung, die sich, wie ich vorhin erwähnte, nur bis zum 61° n. B. erstreckt und im Süden mit der Grenze der Mediterranflora abschliesst, keine besonderen Verhältnisse erkennen.

Übersicht der europäischen Inula-Arten.

INULA L. (emend.).

Sect. I. CORVISARTIA (Mérat.)

1. I. *I. Helenium* L.

Sect. II. ENULA Duby.

Subsect. I. ***longeligulatae.***

a. ***leiocarpae.***

2. II. *I. Vaillantii* (Allioni).
3. × *I. semiamplexicaulis* Reuter. *(Vaillantii-salicina).*
4. III. *I. germanica* L.
5. × *I. pseudogermanica* Beck. *(germanica-salicina).*
6. × *I. media* M. Bieb. *(salicina-germanica).*
7. IV. *I. salicina* L.
8. × *I. rigida* Döll. *(hirta-salicina).*
9. V. *I. spiraeifolia* L.
10. × *I. Savii* Beck. *(spiraeifolia-salicina).*
11. × *I. adriatica* Borbás. *(hirta-spiraeifolia).*
12. VI. *I. orientalis* Lamarck.
13. VII. *I. glandulosa* Mussin Puskin.
14. VIII. *I. hirta* L.
15. × *I. Hausmanni* Huter. *(ensifolia-hirta).*
16. × *I. litoralis* Borbás. *(ensifolia-spiraeifolia).*
17. × *I. hybrida* Baumg. *(ensifolia-germanica).*
18. × *I. stricta* Tausch. *(salicina-ensifolia).*
19. IX. *I. ensifolia* L.

b. ***lasiocarpae.***

20. X. *I. Britannica* L.
21. XI. *I. caspia* Blume.
22. XII. *I. Oculus Christi* L.
23. XIII. *I. helenioides* DC.
24. XIV. *I. montana* L.

Ligulis minoribus:

25. XV. *I. candida* (L.).
26. × *I. Portenschlagii* Beck. *(candida-vulgaris).*
27. × *I. intermixta* J. Kerner. (sub *vulgaris-oculus Christi).*
28. × *I. suaveolens* Jacquin. (super *vulgaris-oculus Christi).*

Subsect. II. ***breviligulatae*** (ligulis subocculti s).

29. XVI. *I. vulgaris* (Lamarck).
30. XVII. *I. thapsoides* (M. Bieb.).
31. × *I. setigera* Beck. *(bifrons-thapsoides).*
32. XVIII. *I. bifrons* L.

Sect. III. LIMBARDA DC.

33. XIX. *I. crithmoides* L.

Sect. IV. CUPULARIA (Gren. et Godr.).

34. XX. *I. viscosa* (L.).
35. XXI. *I. graveolens* (L.).

Clavis analyticus.

1. Achaenia glabra (excepta *I. ensifolia*, cuius achaenia in apice pilis paucis obtecta sunt). Vid. Fig. 6—7. 2
— Achaenia adpresse pilosa. Vid. Fig. 3—5. 22.
2. Involucri squamae exteriores in apice cordiformiter dilatato recurvatae, dense tomentosae (capitula 6—7^{cm}). *I. Helenium* (1).
— Involucri squamae in apice foliaceo erectae vel recurvatae, non cordiformiter dilatatae. 3.
3. Folia caulina in petiolum brevem angustata (subtus tomentosa). *I. Vaillantii* (2).
— Folia caulina sessilia. 4.
4. Folia caulina basi plus minus cordata s. caulem amplectentia. 5.
— Folia caulina basi rotundata s. angustata. 12.
5. Involucri squamae exteriores dense pilis sericeis fuscis tectae (capitula 6—10^{cm}). 6.
— Involucri squamae glabrae v. plus minus pilosae (capitula minores —3^{cm}). 7.
6. Folia caulina superiora cordato-auriculata, auriculis liberis. *I. orientalis* (12).
— Folia caulina superiora cordato-auriculata, auriculis adnatis paulum decurrentibus. *I. glandulosa* (13).
7. Capitula parva (10—20^{mm}) cylindracea, numerosa, corymbosa; ligulae involucrum paulum (1—5^{mm}) superantes. 8.
— Capitula majora (20—40^{mm}) saepe singula; ligulae majores plurimum involucrum duplo longiores. 9.
8. Caulis et folia utrinque plus minus sericea (capitula 10—11^{mm}). *I. germanica* (4).
— Caulis glaber v. supra parce pilosus; folia supra subglabra (capitula 20^{mm}). *I. semipseudogermanica* (5).
9. Folia caulina inferiora basi rotundata v. angustata sessilia, superiora subcordato-amplexicaulia; ligulae involucro duplo longiores. 10.
— Folia caulina omnia cordata saepe auriculata. 11.
10. Caulis, folia subtus et involucri squamae paulum recurvatae breviter pilosa. *I. amplexicaulis* (3).
— Caulis, folia, saepius involucri squamae setis longioribus obsita v. subglabra. *I. rigida* β. (8).
11. Caulis glaber s. parce pilosus; folia cordato-auriculata glabra (capitula 25—30^{mm}); ligulis involucro duplo longioribus. *I. salicina* (7).
— Caulis pilosus; folia cordato-amplexicaulia subtus pilosa (capitula 20—25^{mm}); ligulis involucrum 5—8^{mm} superantibus. *I. media* (6).
12. Caulis et folia subtus dense tomentosa. *I. Vaillantii* (2).
— Caulis et folia plus minus pilosa s. glabra. 13.
13. Foliorum nervi laterales a medio versus marginem directi, nervo medio non accumbentes et non paralleli. 14.
— Foliorum nervi duo laterales medio versus basim breviter accumbentes, versus apicem folii cum superioribus arcuatim conjuncti subparalleli. 19.
— Foliorum nervi basi separati usque ad apicem folii paralleli. *I. ensifolia* (19).
14. Involucri squamae in apice foliaceo brevi ovatae recurvatae (capitula numerosa 25—30^{mm}). *I. spiraeifolia* (9).
— Involucri squamae in apice foliaceo lanceolatae, erectae vel recurvatae. 15.
15. Involucri squamae subaequantes erectae, in apice lanceolato plurimum setosae. 16.
— Involucri squamae exteriores longiores, recurvatae v. patentes. 18.

16. Folia caulina basi rotundata. 17.
— Folia caulina basi subcordata semiamplexicaulia. *I. rigida α.* (8).
17. Folia utrinque copiose hirsuta (capitula 25—70cm), *I. hirta* (14).
— Folia supra subglabra subtus in nervis setosa (capitula 15—25mm). *I. adriatica* (11).
18. Folia lanceolata sensim acuminata, serrata basi rotundato-angustata, supra subglabra subtus parce pilosa. *I. Savii* (10).
— Folia ovata, inferiora basi rotundata superiora subcordata, utrinque setosa. *I. rigida β.* (8).
19. Capitula 15—20mm. 20.
— Capitula 30—40mm. 21.
20. Caulis pars superior, folia plurimum subtus et involucri squamae plus minus sericea. *I. hybrida* (17).
— Caulis, folia et involucri squamae glabra. *I. litoralis* (16).
21. Folia longe sensimque acuminata, utrinque glabra; involucri squamae in apice foliaceo patente glabrae. *I. stricta* (18).
— Folia rotundato-acuminata, plus minus pilosa; involucri squamae in apiculo lanceolato suberecto pilosae. *I. Hausmanni* (15).
22. Pappi setae basi liberae s. brevissime et irregulariter connatae, totae deciduae. Vid. Fig. 5. 23.
— Pappi setae basi in annulum angustum, persistentem connatae, supra eundem deciduae. Vid. Fig. 3—4. 34.
23. Ligulae involucrum bene saepe duplo superantes. 24.
— Ligulae flores tubulosos longitudine aequantes, occultae, involucrum non excedentes (capitula cylindracea 10mm).[1] 31.
24. Tota plus minus pilosa v. tomentosa. 25.
— Tota plus minus scabra denique glabrescens (folia lineari-lanceolata). *I. caspia* (21).
— Tota glaberrima (folia caulis suffruticosi lineari-lanceolata succulenta). *I. crithmoides* (33).
25. Tota plus minus sericea. 26.
— Tota dense et adpresse albo s. cinereo tomentosa. *I. candida* (25).
26. Folia caulina basi cordata s. semiamplexicaulia. 27.
— Folia caulina basi angustata sessilia. 29.
27. Ligulae involucro duplo longiores. 28.
— Ligulae involucrum paulum superantes (caulis e medio vel apice ramosus, tota dense pilosa, subcinerea). *I. intermixta* (27).
28. Radix horizontaliter repens tenuis (tota plus minus albo-sericea, caulis apice ramosus, oligocephalus). *I. Oculus-Christi* (22).
— Radix lignosa ascendens (tota dense albo-sericea, caulis apice ramosus). *I. helenioides* (23).
— Radix biennis (tota viridis plus minus pilosa, folia supra subglabra, caulis saepe e medio ramosus, polyrarius oligocephala). *I. Britannica* (20).
29. Caulis simplex, foliis caulinis linearibus; capitulum 1, ligulis involucro duplo longioribus. *I. montana* (24).
— Folia caulina elliptica basi angustata subpetiolata; ligulae involucro paulum longiores. 30.
30. Caulis e medio corymbosus; folia rotundato-acuminata (capitula plus minus pedunculata, numerosa, congregata. *I. suaveolens* (28).
— Caulis subsimplex; folia longe acuminata subserrata (capitula subsessilia pauca, foliis longioribus suffulta). *I. Portenschlagii* (26).
31. Folia caulina basi angustata sessilia v. subpetiolata. *I. vulgaris* (29).
— Folia caulina plus minus alaeformiter decurrentia. 32.

---

[1] *I. Britannica* et *I. candida* abnormiter occurrunt sine ligulis. Prima distinguitur a speciebus breviligulatis capitulis duplo majoribus, secunda tomento albo omnium partium.

32. Folia utrinque molliter pilosa (involucri squamae dense pilosae). *I. thapsoides* (30).
— Folia supra scabra s. glabrescentia. 33.
33. Caulis pilosus; involucri squamae pilosae. *I. setigera* (31).
— Caulis glaber; involucri squamae subtiliter glandulosae subglabrae. *I. bifrons* (32).
34. Suffruticosa; folia lanceolata subtus saepe glutinoso-splendentia; (capitula 18^{mm}); ligulae conspicuae; pappi setae in annulum erectum connatae. (Fig. 3.) *I. viscosa* (34).
— Annua; folia caulina linearia, margine revoluta; (capitula $6-15^{mm}$), ligulis suboccultis; pappi setae in annulum horizontalem connatae. (Fig. 4.) *I. graveolens* (35).

Sectio I. CORVISARTIA (Mérat).

1. I. *Inula Helenium* Linné.

Caule robusto; foliis maximis; basalibus ovato-ellipticis, in petiolum longum angustatis; caulinis sessilibus, subcordatis, subtus tomentosis; capitulis $6-7^{cm}$; involucri squamis mediis in apice cordiformiter dilatato recurvatis.

Synonymia:

Inula Helenium L. Spec. plant. II, p. 881 (1753) et edit. 2, p. 1236; — Flor. suec. edit. 2, p. 293; — * Flor. danic., t. 728. — Lamarck, Encycl. III, p. 254; Illustr. gen., t. 680, Fig. I, 1. — Roth, Tentam. I, p. 358; II, p. 324. — Villars, Dauph. III, p. 213. — Willdenow, Spec. plant. III, p. 2089. — DC., Flor. franç. IV, p. 148. — Wahlenb., Flor. suec. II p. 527. — Tenore, Flor. napol. II, p. 225. — Wimm. et Grab., Flor. siles. II, p. 137. — Gaudin, Flor. helv. V, p. 318. — DC., Prodr., V, p. 463. — * Sibth., Flor. graec., p. 57, t. 873 (optime). — Koch, Synops., edit. 1, p. 358; edit. 2, p. 392. — Ledebour, Flor. ross., II, p. 500. — Visiani, Flor. dalm. II, p. 61. — Bertoloni, Flor. ital. IX, p. 267. — Wulfen, Flor. noric., p. 701. — Neilreich, Flor. N.-Österr., p. 335. — * Berg et Schmidt, Offic. Gewächse, III, t. XXII, f. (optime). — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 46. — Blytt, Norges flor. II. 1, p. 567. — Čelak, Prodr., p. 226. — Boissier, Flor. orient. III, p. 186. — Garke, Flor. Deutschl. edit. 13, p. 197.

Aster Helenium Scopoli, Flor. carn. edit. 2, II, p. 171, n. 1078 (1772); — Flor. d. Wetterau, III, p. 221.

Aster officinalis Allion., Pedem. I, p. 194 (1785).

Helenium grandiflorum Gilib., Exerc. phytol. I, p. 168 (1792).

Corvisartia Helenium Mérat, Nouv. flor. Paris. édit 1, p. 328 (1812) (sec. édit. 4, p. 360). — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 178. — * Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 12, t. 30.

Descriptio:

Radix lignosa crassa ramosa fuscescens, fibris paucis obsita, aromatica.

Caulis robustus ($0·5-1·5^{dm}$) singulus vel plures, erectus, basi suffruticosus, villosus supra tomentosus foliosus, ramosus.

Folia basalia ovata s. elliptica, in petiolum longum, canaliculatum angustata, subacuta; ($7^{dm}:1-2^{dm}$) superiora minora late ovata, sessilia basi rotundato-subcordata lobis saepius brevissime decurrentibus rarius breviter petiolata, crenato-serrata, supra scabra subtus plus minus molliter tomentosa; nervo medio crasso, rubescente.

Capitula maxima ($6-7^{cm}$) terminalia, conspicue pedunculata, racemosa vel laxe cymosa, inferiora foliis suffulta, sequentia denudata.

Involucri squamae numerosae extus tomentosae; exteriores ovatae basi carnosae, apice subacuto recurvato; interiores longiores, in apice cordiformiter dilatato obtuso et intus cavo recurvatae, intimae lanceolatae scariosae acutae.

Receptaculum paulum convexum, subtiliter fimbriatum.

Ligulae numerosissimae, patentes, apice inaequaliter tridentatae; flores tubulosi fauce paulum ampliati, laciniis acutis suberectis; achaenia penta-rarius tetragona, costata truncata, glabra (5^{mm}); hilo annuliforme; pappi setae numerosae basi breviter concretae, subtiliter plumosae. (Conf. Fig. 7.)

Exsiccatae:

Heldreich, Herb., n. 2467!. — Kotschy iter cilic. Kurd. (1859), n. 347!; — Herb. of the late East. Ind. Comp. (Falkoner), n. 551!.

Usus:

Radix propter odorem aromaticum (Alantkampher) officinalis, sub nomine „radix Helenii" in commercio occurrit. In Romania (fid. Czihak et Szabo in Flora 1863, p. 284) radix secatur eiusque partes infila ordinatae exsiccantur et suffimento ad fugandos culices ex cubiculis bene utuntur. Ibi etiam infusum vini adusti contra morbos intestinales in usu est.

Area geographica:

Habitat in pratis et graminosis humidis, ad fossas regionis montanae passim in tota Europa inprimis media et australi usque ad Norvegiam (60°) et Fenniam australem (61°); sed certe haec species patriam in Asia media habet, unde in hortos nostros propter vim medicam introducta nunc ex iis facillime aufugit et subspontanea evadit; in Asia (Cilicia! [Kotschy] Altai, Tibet! [Hügel]; India orientali! [Falkoner] Japonia!), demum in America boreali certissime invecta, non spontanea in civitate Ohio! (Frank) in Pennsylvania! (Poeppig.)

Floret:

Julio—Septemb. ♃.

Sectio II. ENULA Duby.

Subsectio 1. LONGELIGULATAE.

Ligulae involucrum bene plurimum duplo longitudine superantes.

a. LEIOCARPAE.

Achaenia glabra.

2. II. *Inula Vaillantii* (Allioni).

Tota et foliis subtus cano tomentosis; foliis ellipticis longe acuminatis, basi angustata subpetiolatis, discoloribus; capitulis corymbosis (25—30mm).

Synonymia:

Aster Vaillantii Allioni, Flor. pedem. I, p. 196 (1785).

Inula Halleri Dick in sched. (1763)!.

Inula Vaillantii Villars, Dauph. III, p. 216 (1. August 1789). — Willd., Spec. plant., III, p. 2099. — DC., Flor. franç. IV, p. 152. — Gaud., Flor. helv. V, p. 325. — DC., Prodr. V, p. 466. — Koch, Synops., edit. 1, p. 359; edit. 2, p. 394. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 176. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 284. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 15, t. 89 fig. II (male). — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 44. — Garke, Flor. Deutschl., p. 198.

Inula cinerea Lam., Encycl. III, p. 259 (1789).

Inula Vaillantii Buniva, Nomenclat. Linnaeus, p. 110 (1790).

Inula Vaillantii Vitman, Summa plant. V, p. 84 (1791).

Inula Vaillantii Suter, Helvet. Flor. II, p. 188 (1802).

Inula ramosissima Clairville, Manuel d'herborisat., p. 244 (1811).

Inula Vaillantii Fuss, Flor. trans., p. 318 (non Villars). Non eadem planta, sed forma *Inulae Britannicae* affinis esse videtur.

Descriptio:

Radix fusiformis v. subrepens, sublignosa, fibrillis longis tenuibus obtecta, pluricaulis.

Caulis ascendens vel erectus (30—60cm altus) basi villosus supra cano-tomentosus, apice corymbosus, copiose foliatus.

Folia basalia caule florente deficientia, rarius scariosa; caulina erecta plus minus approximata elliptica aut lanceolata sensim acuminata, in petiolum brevem angustata v. sessilia, margine calloso-dentata, superiora minora saepe subintegra, discoloria, supra viridia subtiliter adpresse pilosa subtus cano-tomentosa, nervo medio sericeo (4·5—9cm : 10—25mm).

Rami floriferi numerosi, corymbosi, centrifugi.

Capitula pedunculata, solitaria rarius pedunculis abbreviatis bi-ternata (25—30mm).

Involucri squamae externae ovatae, apice paulum recurvatae, dense albo tomentosae; interiores longiores scariosae lanceolatae acutissimae tantummodo margine ciliatae ceterum glandulis subtilissimis tectae.

Ligulae squamas duplo superantes; flores tubulosi limbo brevi; laciniae subobtusae subtus glandulosae, saturate flavae; achaenia conspicue costata apice pilis paucis tecta, fusca (2—2·5mm), hilo bipunctato; pappi setae subtilissime pennatae, limbo corollae breviores. Odor herbae Melissae similis, optimus.

Exsiccatae:

Reichenb., n. 433!. — Schultz, Herb. norm. cent. 1, n. 78! (mixt. cum *I. spiraeifolia*)!. — Billot, n. 1004.

Area geographica:

Crescit in locis dumosis, in silvis humidis, ad ripas indigena in Hispania boreali-orientali (in Catalaunia prope Barcelonam! 41·5°), in Gallia australi-orientali! (prope Grenoble, Chambery, Vevey et a. l.), in territoriis occidentalibus Helvetiae! (Genf, Rossinières et in valle fluminis Aare ab oppidis Thun et Bern usque ad Aarau); descensa occurrit etiam in Rheni insulis prope Neuenburg et Müllheim.

Floret:

Augusto—Septemb. ♃.

Observatio:

Bekanntlich hat Haller (in histor. stirp Helv. I, p. 31, t. 2) im Jahre 1768 diese Art zuerst erkannt und folgendermassen beschrieben: „Aster caule ramosissimo foliis ovato-lanceolatis subtus incanis floribus umbellatis," worauf Allioni, gestützt durch die treffliche Abbildung Haller's seine *Aster Vaillantii* im Jahre 1785 aufstellte. Dass die Pflanze Haller's aber keine *Aster*-Art sei, wurde noch vor dem Erscheinen seiner Historia bekannt, denn das aus dieser Zeit (1763) stammende Exemplar unserer Pflanze, welches sich in dem Herbare des k. k. naturhistorischen Museums in Wien befindet, trägt den Namen *Inula Halleri* Dick, zugleich mit der Bemerkung Willich's „quaeram haec Linnaei ex antheris ad Inulos pertinet". Dass ferner auch der Name *Inula Halleri* zu dieser Zeit geläufig war, findet auch seine Bestätigung darin, dass ich einige botanische Werke aus dieser Zeit sah, wo zur Diagnose der Haller'schen *Aster* der Name *Inula Halleri* hinzugeschrieben war. Ob überhaupt dieser Name veröffentlicht wurde, konnte ich nicht ermitteln, wenigstens fand ich in Willich's Werken, insoweit sie mir zugänglich waren, keine Auskunft.

Heute trägt sie den Namen *Inula Vaillantii* Villars. Ob aber Villars mit seiner *I. Vaillantii* oder Lamarck mit seiner *I. cinerea* die Priorität für sich hat, lässt sich, da beide Publicationen in dasselbe Jahr (1789) fallen, schwer ermitteln. Jedenfalls bleiben alle Autoren, welche wohl erkennend, dass die Haller'sche Aster eine *Inula*-Art sei und zu welchen Buniva, Vitman und Suter zu zählen sind, bezüglich ihrer Autorität um diese Art zurück, da sie Villars und Lamarck's Werke nicht kannten.

Willkomm und Costa stellten (in Linnaea 30, p. 107) im Jahre 1859 eine Varietät auf, die sie *brevifolia* benannten und folgendermassen gegenüber der Stammart charakterisirten: „Differt foliis ovalibus v. ellipticis grosse remoteque dentatis, caule mono vel oligocephalo, squamis capituli adpressis v. inferioribus patulo-recurvis".

Hispania: prope Olot ad Ripoll (Costa flor. de Cataluña, p. 130, 1864).

Nach dieser Beschreibung ist die Pflanze vorzüglich durch die eiförmigen Blätter gekennzeichnet, da die anderen Merkmale, als Zahl der Köpfchen, Richtung der äusseren Hüllschuppen bei manchen Exemplaren nach den Verfassern selbst Übergangsformen darboten. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Pflanze uns eine Mittelform zwischen *I. Vaillantii* und *I. spiraeifolia* darstellt, welch' letztere ebenfalls bei Ripoll vorkommt. Doch da mir die Einsicht der authentischen Exemplare fehlte, und die Beschreibung dieser Pflanze über wichtige Punkte keinen Aufschluss gibt, kann ich blos die Wahrscheinlichkeit obiger Behauptung verbürgen.

3. *Inula semiamplexicaulis* Reuter
(Vaillantii × salicina).

Tota puberula; foliis elliptico-oblongis, longe acuminatis, basi paulum angustatis subcordatis semiamplexicaulibus, subtus pilosis; capitulis paucis (30—33mm).

Synonymia:

**Inula semiamplexicaulis* Reuter, Mem. soc. Genev. VII, p. 169, c. icone. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 16, t. 38, I (male). — DC. Prodr. V, p. 466. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 44. — Focke, Pflanzenmischl. p. 195.

Inula Vaillantii var. *semiamplexicaulis* (Reuter). Cesati in comp. della flor. ital., p. 533 = *I. salicina—Vaillantii* Bouvier, Flor. de la Suisse.

Non *I. semiamplexicaulis* Visiani, Flor. dalm. II, p. 640 = *I. spiraeifolia* L.

Descriptio:

Radix subrepens.

Caulis ascendens, erectus apice fastigiato-ramosus, striatus, laxe tomentosus, copiose foliatus (30—73cm altus).

Folia caulina elliptica s. oblonga e medio acuminata, basi angustata sessilia subcordata v. semiamplectentia, integra v. remote calloso-dentata, supra parce adpresse pilosa subtus pilosa subtomentosa pallidiora, patentia (60—95mm : 17—25mm); superiora minora basi rotundato-sessilia.

Pedunculi uniflori sub capitulis plus minus incrassati, corymbosi; calathia subglobosa (radio expanso 30—33mm) pauca (3—8).

Involucri squamae exteriores foliaceae dorso pilosae, sequentes basi callosae, lamina lanceolata viridi pubescente et margine ciliata instructae, interiores scariosae acutae apice ciliatae, longiores, rectae, rubescentes.

Ligulae squamas duplo superantes, apice inaequaliter tridentatae; flores tubulosi aurei, laciniis acuminatis; achaenia saepissime corrugata, obsolete costata, glabra, fusca (1·5mm); pappi setae indestincte pennatae. Herba Polii odore (DC.).

Area geographica:

Habitat in silvis humidis, inter virgulta et ad ripas fluminum in Helvetia prope Genf (Bois de la Bâtie)! et in Hispania (Catalaunia?)

Floret:

Augusto. ♃.

Observatio:

I. semiamplexicaulis ist mit Sicherheit als Bastard zwischen *I. salicina* und *I. Vaillantii* zu bezeichnen, und besitzt im Ganzen nur geringe Veränderungen ihrer Merkmale, welche die Mittelstellung zwischen den Stammeltern evident bezeugen.

Es kommt nämlich eine Form *salicina* × *Vaillantii* vor, welche der *Inula salicina* näher steht, ausgezeichnet durch den blos an der Spitze und nur wenig verzweigten Stengel, welcher wenige (3—6) Köpfchen trägt, deren Hüllschuppen in eine lanzettliche blattartige Spitze verlaufen, wovon die äussersten am grössten sind; und eine zweite Form *Vaillantii* × *salicina*, der *I. Vaillantii* sich annähernd, gekenntzeichnet durch den mehr verzweigten Stengel mit zahlreichen (20 und mehr) Köpfchen, deren Hüllschuppen eine kleine, blattartige Spitze besitzen und wovon die äusseren kürzer als die inneren sind.

Beide Formen lassen sich von *I. Vaillantii* leicht: durch die sitzenden, den Stengel halbumfassenden Blätter, deren Unterseite nicht grau filzig, sondern blos behaart ist, durch grössere Köpfchen und durch die blos behaarten (nicht graufilzigen) äusseren Hüllschuppen — von *I. salicina* allsogleich: durch den feinen Flaum des Stengels und der Unterseite der Blätter, welche an der Basis keine freien Öhrchen besitzen, unterscheiden.

4. III. ***Inula germanica*** Linné.

Caule sericeo-lanuginoso; foliis oblongis, basi late cordata caulem semiamplectentibus, utrinque plus minus sericeis; capitulis corymbosis, numerosis, congestis (10—11^{mm}); ligulis angustis, involucrum paulum (1—3^{mm}) superantibus.

Synonymia:

Inula germanica L., Spec. plant. II, p. 883 (1753) et edit. 2, p. 1236. — *Jacquin, Flor. austr. II, p. 21, t. 134 (1774). — Roth, Tentam. I, p. 360; II, 2, p. 329. — Willd., Spec. plant. III, p. 2100. — Baumg., Enum. transsylv. III, p. 130. — Wimm. et Grab., Flor. siles. II, p. 137. — DC., Prodr. V, p. 467. — Koch, Synops., edit. 1, p. 358; edit. 2, p. 392. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 505. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 16, t. 40 (non exemplar typicum est delineatum). — Wulf., Flor. noric., p. 701. — Neilr., Flor. N.-Österr., p. 336. — Schur, Enum. transsylv., p. 311. — Čelakovsky, Prodr. flor. Boh., p. 224. — Garke, Flor. Deutschl., p. 197. — Vis., Flor. dalm. suppl. alt. II, p. 29.

Inula (non *Aster*) *micranthos* Poiret in Lamarck, Encycl. suppl. III, p. 153 (1813). — DC., Prodr., V, p. 467. — Griseb., Spicil. flor. Rum. et Bithyn. II, p. 190 (1844) = *I. micranthos* Urv. sec. Sprengel, Syst. III, p. 523: Est *Inula germanica* foliis angustioribus, capitulis non bene evolutis; nota, achaenia, pilosa esse, certissima falsa.

Inula fasciculata Gilib., Flor. lithuan. III, p 209 et Exerc. phytol. I, p. 171.

Inula praealta Dumort., Flor. belg., p. 68 (1827). Planta „caule paniculato villoso sulcato; foliis amplexicaulibus cordato oblongis, sinuatis, margine remote glandulosis utrinque villosis; calathiis subglobosis, radio brevi ♃ VII. (In Luxemburgis.)" ad *I. germanicam* certissime pertinet.

Inula orientalis Frivaldsky (non Lamarck) sec. Hampe in Flora 1837, p. 226 est forma villosior.

Pulicaria germanica Presl, Flor. čech., p. 178 (1819).

Aster corymbosus Moench, Suppl. ad meth. plant., p. 250 (1802)?

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) horizontaliter repens, ramosus, teres, squamatus, epigaeus arcuatim ascendens, basi squamatus, erectus striatus, copiose foliatus, apice corymbosus ramis condensatis, plus minus sericeus; rarius adsunt basi ramuli foliati breves.

Folia inferiora in florescentia scariosa v. deficientia, superiora erecto-patentia oblongo-lanceolata supra medium acuminata, mucronulata, sessilia basi late cordata caulem semiamplectentia, in margine saepe dentibus remotis obsito scabra, supra parce adpresse pilosa serius subglabra, subtus copiosius praecipue in nervo medio lanuginosa glandulis subtilissimis intermixtis.

Capitula numerosa in pedunculis brevibus singula cylindrica (10—11^{mm}).

Involucri squamae exteriores ovatae basi callosae, in apice viridi recurvato sericeae; interiores lanceolatae scariosae acuminatae, margine ciliato.

Ligulae angustae paulum (1—3^{mm}) squamis longiores, vittelinae subtus glanduliferae; flores tubulosi squamas aequantes, laciniis acutis subtus glandulis nonnullis tectis; achaenia costata, fusca, subnitida (1·5^{mm}) hilo annulari; pappi setae basi breviter connatae, indestincte pennatae.

Variat:

α ***normalis.***

Folia medii caulis oblonga, supra medium rotundato-acuminata, basi et medio latitudine aequantia (50—120^{mm}:10—27^{mm} plurimum 70^{mm}:18^{mm}.)

Syn. *I. germanicae* var *α. genuina* C. Koch in Linnaea 23, p. 709 (1850) — et *β. villosa* (est forma *villosa* = *I. orientalis* Friv.) l. c. et *γ. simplex* (forma abnormis). — Var. *angustifolia* Schur in Öst. botan. Zeitschr. 1861. p. 92?

β. ***latifolia.*** Schur.

Folia medii caulis ovalia in basi late cordata latissima, ad apicem versus sensim acuminata (70—80^{mm}: sub medio 25—28^{mm}).

Syn. Var. *latifolia* Schur in Öst. botan. Zeitschr. 1861, p. 92. — Var. *ovalifolia* Schur, Enum. transsylv., p. 311 (1866)

γ. ***caucasica.***

Folia oblongo-lanceolata paulum supra basim (post quartam infimam) versus apicem sensim acuminata superiora rotundato-sessilia (80—100^{mm}: fere 2^{cm} supra basim latissima 18—20^{mm}).

Syn. *I. germanica* L. var. *media* M. . in Hohenacker, Exsicc., n. 1370!.

Exsiccatae:

Schultz, Herb. norm. 1. cent., n. 76!; — Reichenb. exs. n. 40! — Orphanides exs. flor. Graec. (1857), n. 787!; — Kotschy, Plant. Syr. boreal. (1862), n. 37!. Frivaldsky, Plant. rumel., n. 44 *(I. orientalis)*!; — 'Herb. norm. flor. transsylv., n. 343!. — Guebh., Mold., n. 201. — Billot, n. 1227.

Area geographica:

Crescit in locis herbosis apricis siccis saepe lapidosis, inter virgulta et ad margines vinearum regionis collinae, rarius planitiei Europae orientalis et mediae usque ad 54° latitudinis septentrionalis et 23° longitudinis orientalis (a Ferro); observata est non rara in Rossia australi!, Moldavia!, Germania! (versus occidentem usque ad Mosellam, in Bohemia, Moravia!, Austria infer. et superiore! Hungaria!, in tota peninsula balkanica! (Graecia exclusa), nec non in Asia occidentali et minore, Syria boreali!, Armenia! et in provinciis caucasicis! et transuralensibus.

Floret:

Julio—Augusto. ♃.

5. *Inula pseudogermanica*

(germanica × salicina).

Caule glabro, sub capitulis parce piloso; foliis basi cordatis, utrinque subglabris: capitulis numerosis, corymbosis (20mm), ligulis involucrum bene (4—5mm) superantibus.

Synonymia:

? *Inula supergermanica-squarrosa* Simkov. in Magyar növényt. lapok. Klausenburg 1878. 2. Jahrg. (sec. Just.).

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, epigaeus ascendens erectus, apice corymbosus, striatus, glaber sub capitulis laxe pilosus (40—60cm).

Folia oblonga sessilia basi cordato-auriculata, ex tertio summo rotundato-acuminata, integra vel in margine calloso denticulis remotis paucis obsita utrinque subglabra vel pilis lanuginosis parcissime tecta (6—8cm : 15—20mm).

Capitula numerosa singula cylindrica (20mm.)

Involucri squamae iis *I. germanicae* pares.

Ligulae numerosae involucrum bene (4—5mm) superantes; corollae laciniae acutae; achaenia maxima parte corrugatae, glabrae (fere 2mm).

Area geographica:

Vidi plantam exsiccatam sub nomine *I. media* M. B. in horto botanico Berolinensi cultam in herbario cl. dom. Borbás.

Floret:

Augusto. ♃.

Observatio:

I. pseudogermanica, welche uns eine wahrscheinlich durch Cultur in die *I. germanica* rückschlagende *I. media* darstellt, gleicht in der Tracht der *I. germanica*, unterscheidet sich jedoch alsbald durch die fast kahlen Blätter und Stengel, durch grössere Köpfchen mit längeren, die Hüllschuppen deutlich in ihrer Länge überragenden Zungenblüthen.

6. *Inula media* M. Bieberst.

(salicina × germanica).

Caule parce piloso; foliis basi cordatis, subtus pilosis; capitulis paucis (20—25mm); ligulis involucrum bene (5—8mm) superantibus.

Synonymia:

Inula media M. Bieberst., Flor. taur. cauc. III, suppl. p. 576 (1819). — Besser, Enum. plant. Volhyn., p. 76. — DC., Prodr., V, p. 467. — Koch, Synops., edit. 1, p. 358; edit. 2, p. 392. — Griseb., Spicil. II, p. 191. — Döll., Flor. rhen., p. 491. — Ledebour, Flor. ross. II, p. 505. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 16, t. 40, I (figura optima demonstrat plantam in foliis cum *I. pseudogermanica* congruentem, sed capitula multo majora fere magnitudine eorum *Inulae salicinae*). — Fuss, Flor. Transsylv., p. 317. — Gruner in bullet. de la soc. de Moscou, 1869, p. 42. — Garke, Flor. Deutschl., p. 198. — Vis., Flor. dalm. suppl. alter. II, p. 30.

Inula media Koch apud Ruhmer in Jahrb. d. Berliner botan. Gart. 1881, I, p. 237.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, stolonifer, epigaeus adscendens, erectus, striatus laxe lanuginosus v. pilosus apice ramosus, ramis paucis rarius pluribus longitudine inaequalibus, basi squamatus supra copiose foliatus (—80^{cm} altus).

Folia oblonga s. lanceolata, inferiora basi paulum angustata versus apicem sensim e medio acuminata, cordato-sessilia, superiora saepe subcordata in margine calloso scabro denticulis paucis vel pluribus obsita (37—80^{mm} : 9—18^{mm}), subtus copiose, supra parce pilosa rarius glabrescentia.

Capitula pauca (3—10) singula (20—25^{mm}).

Involucri squamas extremae basi callosae in apice foliaceo-lanceolato recurvatae, in margine et nervo piloso-ciliatae; internae scariosae, acutae, longiores in apice et margine sericeae.

Ligulae squamas bene (5—8^{mm}) superantes aureae; laciniae corollarum acutae; achaenia glabra maxima parte corrugata.

Variat:

α. **vera** *(salicina (α) × germanica).*

Folia subintegra, nervis solum subtus prominentibus.

Synonymia typi.

β. **transsylvanica** (Schur) *(salicina (β) × germanica).*

Folia subserrata, multi venosa, nervis omnibus utrinque prominentibus.

Caulis apice ramosus oligocephalus (5—7) copiose foliatus parce pilosus subglaber (60—80^{cm} altus). Folia lanceolata, inferiora basi angustato-sessilia, superiora basi rotundato-sessilia, subcordata, acuminata, in margine scabro et lanuginoso denticulis callosis obsito subserrata, subtus pilosa; superiora integra supra subglabra, multinervia, nervibus omnibus utrinque prominentibus (6—9^{cm} : 13—18^{mm}). Capitulorum diameter 25^{mm} longus; squamae sericeae, exteriores foliaceae involucrum subaequantes interiores apice foliaceae recurvatae. Ligulae involucrum bene (5—8^{mm}) superantes.

Syn. *Inula transsylvanica* Schur, Enum. Transsylv., p. 312 (1866); — *(I. germanica × squarrosa)* A. Kerner in Österr. botan. Zeitschr. 1871, p. 60 Anm.

Inula cordato-germanica Schur, Verh. des siebenb. Ver. 1859, p. 64, 102?

Area geographica:

Occurrit maxima parte inter parentes in Europa media, Germania: circa Halle ad flumen Saale prope Bennstedt, Kröllwitz, Lettin; prope Heldrungen ad Unstrut!; in valle fluminis Nahe inter Kreuznach et Lauben heim (l. Schlickum, Buek); in Hungaria: prope Ofen et in monte Dreihotterberg! (A. Kerner); in Rossia: prope Borystenem ad Konkam flum. infra Wesselaja (Gruner); in Podolia (loco classico [Besser] et Kasan); in Bosnia: prope Bucovizza (Sendtner, fide Visiani); in Macedonia: prope Itip Perlepe (Grisebach)? — Varietas β observata est in Hungaria, Cott. Tolna prope Kis Székely! (Kiss) et prope Orsova! (Borbás)?

Floret:

Julio-Augusto. ♃.

Observatio:

I. media ist der zweite, zwischen *I. germanica* und *I. salicina* gebildete, und zwar der letzteren näher stehende Bastard, der sich von *I. pseudogermanica* sogleich durch die Tracht, welche der *I. salicina* ähnelt,

unterscheidet. Es gibt jedoch, wie es auch selbstverständlich ist, Mittelformen zwischen beiden, deren Charakteristik aber auf so schwachen Füssen stehen würde, dass ich von der Unterscheidung derselben Abstand nahm. Wie in den Diagnosen schon erörtert, trenne ich die Bastardreihe der *I. germanica* und *I. salicina* in zwei Reihen:

1. *I. pseudogermanica* mit der Tracht und dem Blüthenstande der *I. germanica* mit zahlreichen Köpfchen und fast kahlen Blättern und Stengel;

2. *I. media* mit der Tracht und dem Blüthenstande der *I. salicina*, wenigen Köpfchen, behaartem Stengel und Blättern.

In der Grösse der Köpfchen gibt es fast bei jedem Exemplare Schwankungen; trotzdem sind sie bei beiden Hybriden stets grösser als bei *I. germanica*, und haben längere Zungenblüthen als dieselbe, woraus sich ein gutes Charaktermerkmal gegenüber der *I. germanica* ergibt. Berücksichtigen wir ferner die kleineren Köpfchen, oder wenn dies nicht zutrifft, die Behaarung der Blätter und des Stengels, so haben wir auch Merkmale in der Hand, um dem Bastarde seine Stellung gegenüber der *I. salicina* zu sichern. Doch gibt es auch eine im Herbst blühende *I. salicina* mit behaarten, mehr borstigen Blättern und Stengel, welche mit *I. rigida* Döll so leicht verwechselt werden kann! Um auch von dieser Art unsere *I. media* zu unterscheiden, nehmen wir unsere Zuflucht zu den Hüllschuppen des Köpfchens, welche auf der Unter- (Aussen-)seite behaart oder gewimpert sind und zu den viel kleineren Zungenblüthen.

Gelingt es schon kaum die *I. salicina* var. *latifolia* (= *I. squarrosa* et *cordata* autor. hungar. non alior.) von der echten *I. salicina* zu sondern und sicher zu begrenzen, so ist es ja selbstverständlich, dass die Unterscheidung der Bastarde, welche sie mit *I. germanica* eingehen, auf noch viel grössere Schwierigkeiten stossen muss. Um einigermassen die *I. transsylvanica* zu charakterisiren, fügte ich noch die Beschreibung eines siebenbürgischen Exemplares oben bei, muss jedoch bemerken, dass ich eine Abtrennung der *I. transilvanica* durchaus ungerechtfertigt finden würde, da blos in der Randgestaltung der Blätter und in deren Nerven sich Merkmale von gewiss nicht zu grosser Festigkeit auffinden lassen.

Auch die von Gruner l. c. aufgestellten vier Varietäten der *I. media (arenaria, umbrosa, campestris, pratensis)* kann ich nicht unterscheiden. Die drei ersten gehören jedenfalls zu *I. media*, und zwar stellt erstere eine mehr, letztere eine weniger behaarte Form vor. Nummer 3 hat bei Gruner l. c. p. 413 gar keinen erläuternden Text, während Nummer 4 (caule glabro laevi, foliis anguste lanceolatis utrinque glabris laevibus) unwillkürlich an *I. hybrida* erinnert. Vielleicht ist dies auch die *I. hybrida* Ledeb., Flor. ross. II, p. 505, die Gruner zu *I. media* M. B. zieht.

7. IV. *Inula salicina* Linné.

Caule glabro v. parce piloso; foliis basi auriculato-cordatis, glabris s. subtus plus minus scabro-pilosis; capitulis 1—paucis (25—30^{mm}); ligulis involucrum duplo longioribus.

Synonymia:

Inula salicina Linné, Spec. plant. II, p. 882 (1753); edit. 2, p. 1238; — Flor. suec. edit. 2, p. 294; — * Flor. danic. t. 786. - Roth, Tentam. I, p. 360; II, 2, p. 327. — Lam., Encycl. III, p. 258. — Vill., Dauph. III, p. 217. — Willd., Spec. plant. III, p. 2096. — DC., Flor. franç. IV, p. 151. — Baumg., Enum. Transsylv., III, p. 1816. — Wahlenb., Flor. suec. II, p. 528. — Ten., Flor. nap. II, p. 227. — Wimm. et Grab., Flor. siles. II, p. 135. — Gaud., Flor. helv. V, p. 324. — DC., Prodr. V, p. 466. — Koch, Synops., ed. 1, p. 359; ed. 2, p. 393. — Mor., Flor. sard. II, p. 367. — *Dietrich, Flor. boruss. XII, t. 808. -- Ledeb., Flor. ross. II, p. 504. — Vis., Flor. dalm. II, p. 62. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 176. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 278. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 15, t. 37. — Wulf., Flor. nor., p. 702. — Neilr., Flor. Nied.-Österr., p. 337. — * Moore in Journ. of botany III, p. 333 et IV, p. 33, t. 43. — Schur, Enum. Transsylv., p. 313 cum var. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 44. — Blytt, Norg. flor. II, 1, p. 568. — Čelak, Prodr. Bohem., p. 225. — Boiss., Flor. orient. III, p. 187. — Garke, Flor. Deutschl. p. 198.

Aster salicinus Scop., Flor. carn. ed. 2, II, p. 172 (1772); — Flor. der Wetter., p. 223.

Aster salicinus All., Flor. pedem. I, p. 196 (1785).

Aster rigidus Moench, Suppl. ad meth. plant., p. 251.

Pulicaria salicina Presl, Flor. čech., p. 178 (1819).

Inula hetrusca Moretti in Syll. plant. nov. I, p. 160 (1824). — Ten., Flor. nap., app. III, p. XIII, XIV.

Inula Pseudo-Bubonium Schur, Enum. Transsylv., p. 13 = *I. salicino-Bubonium* Schur, Herb. Transs.; — forma foliis angustioribus.

Inula glabra Gilib., Flor. lith. III, p. 208 (sec. Ledeb.) et exerc. phytolog. I, p. 170.

Conyza salicina Rupr., Flor. ingric., p. 568.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix), repens, ramosus, teres stolonifer stolonis squamatis, epigaeus adscendens erectus, striatus, basi setiger ceterum glaber vel subglaber, simplex v. apice plus minus ramosus, basi squamatus supra copiose foliatus.

Folia infima ovata apice rodundata, superiora oblonga acuminata, basi late cordato-auriculata sessilia, in margine plus minus calloso-scabris, integra vel dentibus callosis remotis obsita, subserrata, utrinque glabra vel subtus in nervibus scabro pilosa, erecta vel recurvata.

Capitula singula v. plura longe pedunculata corymbosa ($25—30^{mm}$)

Involucri squamae numerosae; extremae lanceolatae foliaceae, patentes, sequentes calathio accumbentes basi callosae, apiculo foliaceo rhomboidale auctae, margine subtiliter fimbriatae; interiores scariosae lanceolatae apice rubescentes et longius fimbriatae.

Ligulae involucro duplo longiores, numerosae aureae; laciniae corollarum acutissimae subtus glanduliferae; achaenia glabra, obsolete costata flavescentes ($1 \cdot 5^{mm}$); pappi setae subliberae.

Variat:

α. genuina.

Folia oblonga lanceolata longe acuminata supra basin paulum angustata, (caulina media $90^{mm}: 10—30^{mm}$) tenua, sicca facillime fragilia, glabra vel in nervo medio subtus parce scabro-pilosa rarius utrinque pilosa; in margine paulum revoluto scabra, denticulis raris. Caulis ($25—75^{cm}$) mono- vel obligo (—7) cephalus, basi scabro-pilosus ceterum vel ubique glaber, sub capitulis paulum incrassatus, cavus, laevis vel scabriusculus; peduncula lateralia capitulis florescentibus $3—10^{cm}$ longa.

1. ***glabra.***

Folia glabra rarius inferiora in nervo medio subtus parce pilosa.

Syn. *I. salicina* L. l. c. „Foliis lanceolatis, recurvis serrato-ciliatis, glabris margine tantum scabris, floribus solitariis ramis angulatis" et autorum.

I. salicina var. *genuina* C. Koch in Linnaea 23, p. 710 (1850), var. *uniflora* et *multiflora* Spenner, Flor. Freiburg, p. 532.

2. ***subhirta*** C. A. Meyer.

Caulis infra et folia inferiora ad venas hirta.

Syn. *I. salicina* var. *subhirta* Meyer, Flor. prov. Wiatka, p. 46, n. 220 (1844); sec. Bull. de la soc. Mosc., p. 284 (1877). — Fick, Flor. von Schlesien, p. 214.

I. salicina var. *pubescens* Lindem., Suppl. ad flor. Elisabeth. II, p. 32 et suppl. III in Bull. de la soc. Mosc. 1875, n. 3 = *I. salicina-hirta* Lindem.

I. salicina L. *β. hirta* Maxim. delect. sem. hort. Petrop. 1872, p. 14.

3. ***serotina.***

Caulis, humilis ($—25^{cm}$) principali in aestate desecto, basi ramulos plures partim florentes gerens infra sicut folia plus minus pilosus; folia parva ($30—45^{mm}:7—12^{mm}$) recurvata; capitula parva, ligulis paucis ($15—20^{mm}$); floret Septembro in pratis, quae in aestate demessa erant.

*β. **aspera.*** (Poiret)

Folia ovata v. lanceolata, sensim acuminata in margine calloso scaberrimo denticulis copiosius obsita subserrata, supra glabra subtus in nervis utrinque prominentibus copiosius scabro pilosa, coriacea. Caulis usque ad medium parce pilosus ,supra glaber, racemosus v. corymbosus polycephalus; peduncula longa monocephala, inferioria saepe breviora. Distinguuntur formae duae.

1. ***latifolia.***

Folia ovata, ante basin non sinuata-angustata (80cm:35mm).

Syn. *I. aspera* Poir. in Lam., Encycl. suppl. III, p. 154 (1813) = *I. spathulata* Hort. Paris.

I. salicina var. *latifolia* DC., Prodr. V, p. 466 (1836) („Foliis ovato-lanceolatis, rigidioribus, margine magis scabridis"). — Vis., Flor. dalm. II, p. 63.

I. auriculata Schur, Verh. d. siebenb. Ver. (1859), p. 68; Öst. botan. Zeitschr., p. 225 (1860).

I. coriacea Schur, Sert. n. 1510 et in sched. (!).

I. squarrosa Griseb. (non L. et Koch), Iter. hung., p. 337 (1832). — Heuffel, Enum. plant. Banat, p. 94. — Schloss. et Vukot., Flor. croat., p. 797 (excl. var. β). — Kerner in Österr. botan. Zeitschr. 1871, p. 59 et alior. autorum Hungariae.

I. cordata Boiss., p. p. diagn. ser. 1, fasc. 4, p. 3 [1844); — Flor. orient. III, p. 188. — Schur, Enum. Transsylv. p. 313. — Fuss., Flor. Transsylv., p. 317; et autor. Hungariae; conf. etiam Moore in Journ. of botany, IV, p. 35.

I. salicina var. *denticulata* Borbás, Flor. Budapest, 1879.

I. spiraeifolia C. Koch (non L.), Plant. caucas. et var. *corymbosa* et *paniculata* in Linnaea 23, p. 709.

2. ***angustifolia.***

Folia oblonga lanceolata, erecta (—10mm lata).

Syn. *I. cordata* Boiss. l. c. p. p. (secus exempl. original.).

I. pseudosalicina (cordato-salicina) Simkovic, Természetr. füz. (secus exempl. orig.).

Exsiccatae:

Variat. α: Willk. it. hisp. secund. n. 376 a!. — Kotschy, Plant. Pers. boreal. 1843, n. 443!. — Fries, Exsicc. fasc. XIV, n. 2!; — Herb. flor. ingric. n. 306!. — Billot, n. 1228. — Variet. β: Reichenb., Exsicc., n. 2158!. — Kotschy. it. syriac. 1855, n. 255!, it. cilic. suppl., n. 599!. — Karelin et Kiriloff, 1841, n. 1587!. — Balansa, Plant. d'orient. (1854), n. 248!. — Guebhard, Plant. mold., n. 71!.

Area geographica:

Crescit in pratis humidis et siccis, inter virgulta et ad margines silvarum totius Europae mediae et australis usque ad 60° 42′ latitud. septentr; deest solum in Britannia et Hibernia (excepto loco unico Galway), in Asia *I. salicina* propagata est in territorio Caucasi usque ad regiones baicalenses et altaicas et Dahuriam. Varietas β praecipue in regionibus australibus orientalibus observatur, in Hungaria Transsilvania Croatia, et in peninsula balcanica et in Asia minore.

Floret:

Junio—Augusto ♃.

8. *Inula rigida* Döll

(hirta × salicina).

Caule plus minus setigero; foliis inferioribus utrinque setiferis, basi angustato-rotundata, superioribus subcordatis; capitulis 1—paucis (30—40mm); involucri squamis mediis suberectis, saepe setigeris.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, fibrillis copiose tectus, epigaeus adscendens, erectus, plus minus pilis rigidis obsitus, copiose foliatus, striatus (30—60cm) simplex vel apice ramosus obligocephalus.

Folia erecta v. recurvata subcoriacea ovato-oblonga s. lanceolata plus minus acuminata, inferiora versus basim rotundato-angustata sessilia, superiora breviter cordato-auriculata rarius rotundato-sessilia, in margine calloso scabro-pilosa dentibus remotis obsita rarius subserrata, inferiora copiosius superiora saepe subglabra parce pilis longis rigidioribus utrinque tecta; nervi duo infimi, statim a medio versus marginem aversi; venae numerosae utrinque prominentes.

Capitula pauca (1—6) singula (30—40mm).

Involucri squamae exteriores foliaceae, lanceolatae, patentes, sequentes adpressae, erectae basi breviter callosae in apice foliaceo pluries longiore lanceolatae, pilis rigidis rufescentibus imprimis in margine plus minus tectae; intimae scariosae subaequantes vel longiores. Ligulae squamis duplo et ultra longiores flavae numerosae; achaenia costata glabra (1·5—2mm).

Variat:

α. semicordata (Borbás) *(hirta × salicina).*

Caulis simplex monocephalus rarius apice pauci-ramosus pluricephalus ubique praecipue sub capitulis setiger; folia ovata rotundato-acuminata, inferiora basi angustata sessilia superiora cordata (39—50^{mm}:9—12^{mm}), copiose setigera. Involucri squamae omnes subaequantes, mediae apice longe foliaceae, erectae, pilosae.

Planta habitu et capitulis Inulae hirtae est eidem proxima sed foliis caulinis basi cordato-auriculatis et sicut caulis minus pilosis distinguitur.

Syn. *Inula semicordata (supercordata × hirta)* Borbás et var. in florist. Adatok (1879), p. 5. (Vidi spec. orig.) *? Inula hybrida* var. *α Pseudo-hirta* Schur in Österr. botan. Zeitschr. 1861, p. 92.

β. hispida Schur. *(hirta × salicina β).*

Caulis elatior apice ramoso-corymbosus setiger; folia ovata, inferiora sensim acuminata rotundato sessilia, superiora maxima parte subcordata (80—90^{mm}: 20—25^{mm}) utrinque setosa. Involucri squamae exteriores lanceolatae recurvatae, interiores in apice breviter foliaceo paulum recurvato glabrae v. margine ciliatae.

Habitus Inulae hirtae ramosae, sed folia inferiora plus acuminata, superiora basi subcordata; involucri squamae iis Inulae salicinae similes.

Syn. *Inula hispida* Schur, Herb. Transsylv. = *I. Bubonium* var. *hispida* Schur, Enum. Transsylv., p. 314 (1866). *Inula semicordata* var. *corymbosa* Borbás l. c.

γ. vera (salicina × hirta).

Caulis parce setiger subglaber simplex; folia lanceolata longe e medio acuminata, inferiora basi angustata, pilosa, superiora cordato-auriculata subglabra (58—80^{mm}: 13^{mm}). Squamae involucri sicut in variet. *α*.

Habitus Inulae salicinae; etiam folia ei similia sed basi minus cordata-auriculata et inferiora setigera observantur; capitulis Inulam hirtam adaequat.

Syn. *Inula rigida* Döll, Flor. Badens, III, p. 1365 (1862). — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.

I. squarrosa ? obvallata Kitaibel in Kanitz Addit. Linnaea, XXXII, p. 337 (1863) „similis *I. salicinae*... capitulis ut in *I. hirta*... calycinis squamis non reflexis, lanceolatis (nec ovatis)“.

I. salicina-hirta Ritschl sec. Henninger, Bastart. in flora, 1879, p. 347. — Garke, Flor. Deutschl., p. 198. — Fiek, Flora von Schlesien, p. 214.

I. spuria A. Kerner in Österr. botan. Zeitschr., 1871, p. 60. Anm. *(hirta-salicina.)*

I. lugdunensis Gandoger, Flor. lyonn. (1875), p. 124.

I. semihirta (subcordata × hirta) Borbás, Akad. közlemények, XV. köt (1878), p. 372; — Florist. Adatok (1879), S. A., p. 4; — Budapest. növényzete (1879), p. 84 (vidi spec. origin.).

Area geographica:

I. rigida occurit inter parentes passim per totam Europam. Observata est in Polonia, Silesia (prope Striegen *γ*!), Thuringia (Bibra, Sulza, Rudolstadt [ex Ruhmer]) Helvetia, Bavaria, Palatinatu (prope Deidesheim [Schultz])!. In Austria inferiore (propre Dornbach *α*! [A. Kerner]) et in monte Bisamberg *γ*! (ipse). In Tirolia australi (prope Botzen *β*! [A. Kerner]); prope Flumen (Fiume) *β*! (Borbás); in Hungaria in monte Suevorum Budae *α*! (Borbás); Czik inter balneas montis Budös et arcem Balványos *γ*! (Borbás) in Transsylvania prope Alba infer. et Magyar Igen *α*! (Borbás).

9. V. *Inula spiraeifolia* Linné.

Foliis mediis confertis, ovato-oblongis, basi rotundata sessilibus, coriaceis; capitulis paucis s. numerosis confertis (25—30^{mm}); involucri squamis in apice foliaceo subovato recurvatis.

Synonymia:

Inula spiraeifolia L., Spec. plant. II, p. 1238, n. 10 (1763): „Foliis subsessilibus ovato oblongis nudis reticulatis sessilibus serrulatis confertis; floribus terminalibus (flores vix pedunculati sunt)“. Ital. — Lam., Encycl. III, p. 258 (forma foliis

serratis), Suppl. III, p. 152 sub *I. squarrosa*. — DC., Prodr., V, p. 467 excl. var. β. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 175; = *I. squarrosa β. spiraeifolia* (L.) Cesati etc. comp. della flor. ital., p. 533.

Inula squarrosa L., Spec. plant., p. 1240, n. 14 (1763): „Foliis ovalibus, laevibus reticulato-venosis, subcrenatis; calycibus squarrosis". Ital. Monsp. — Sprengel, Syst. veg. III, p. 523 cum synon. *I. spiraeifolia*. — DC., Prodr. V, p. 466. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 15, t. 39, I (male). — Koch, Synops., ed. 1, p. 359; ed. 2, p. 393. — Vis., Flor. dalm. II, p. 62. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 43; — ? var. *simplex* De Notaris repert. flor. ligust. II, p. 247. (Forma *monocephala*).

Aster Bubonium Scop., *Flor. carn., ed. 2, p. 173, t. 58 (1772).

Inula Bubonium Jacq., *Flor. austr. V, suppl., p. 36, t. 19 (1775): Forma abnormiter ramosa foliis serratis. — Willd., Spec. plant. III, p. 2097. — Wulf., Plant. rar. descr., p. 96 (1805).

Aster squarrosus All., Flor. pedem. I, p. 196 (1785).

Inula germanica Lam. (non L.), Encycl. III, p. 258 (forma pilosior). — Vill., Dauph. III, p. 219. — Mutel, Flor. franç. II, p. 131 p. p. — DC., Flor. franç. IV, p. 150.

?*Inula squarrosa* Sibth. et Smith, Prodr. flor. graec. II, p. 182 (1813); *Flor. graec., p. 58, t. 875 = *Aster Bubonium* Scop. et *Inula Bubonium* Jacq. An planta delineata in Asia minore collecta ad Inulam spiraeifoliam aut ad I. salicinam β referenda sit, mihi dubium est. Propter autores citatos ea ad primam pertinere videtur; etiam folia semiamplexicaulia nominantur.

Inula germanica Nocca et Balbis, Flor. tic. II, p. 128 (1821).

Inula semiamplexicaulis Vis. (non Reuter), Flor. dalm. II, p. 62 et suppl. alter. II, p. 29 = *I. spiraeifolia* var. *tenuis* Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 15, t. 38, fig. II (est forma omnino minor, misera).

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, ramosus, squamatus; epigaeus adscendens erectus, teres v. striatus copiosissime foliatus, apice corymbosus vel ramosus, infra rubescens, pilis brevibus rigidis obsitus rarius villosus (40—60^{cm}).

Folia inferiora in florescentia deficientia rarius exsiccata, media subimbricata ovata vel oblonga basi rotundato-sessilia, apice rotundata-acuminata, mucronulata, in margine paulum revoluto calloso scaberrimo denticulis obtusis plus minus obsita saepe subserrata, supra viridia subglabra subtus lentiora pilis scabris copiose tecta, nervis utrinque conspicue prominentibus (25—45—65^{mm}:8—20—25^{mm} versus apicem decrescentia).

Capitula primum subglobosa dein breviter cylindracea, numerosa (25—30^{mm}) breviter pedunculata in apice ramulorum aggregata rarius singula.

Involucri squamae exteriores et mediae basi callosae apice foliaceae virides subspathulatae, carinatae subtiliter mucronatae et recurvatae, solum intimae scariosae acuminata margine ciliatae.

Ligulae subduplo squamis longiores; achaenia glabra, costata (1·5—1·75^{mm}) dilute fusca; pappi setae basi concrectae in angulis achaenii cumulatae.

Exsiccatae:

Reichenb., Exsicc., n. 584! (*I. Bubonium* Murr.). — Petter, Flor. dalm. exsicc., n. 210!; Plant. Spalat., n. 507 (*I. squarrosa* L.). — Schultz, Herb. norm. Cent. 1, n. 77! (*I. squarrosa* L.). — Billot, n. 1003 (non vidi) et 1003 *b*!.

Usus:

Sucus herbae florentis in provinciis litoris austriaci aqua extrahitur et decoctus densitate Syrupi linteo illinetus bene utitur ad liganda vulnera et contra anguis morsum. (Pittoni Österr. bot. Zeit. 1862, p. 369).

Area geographica:

I. spiraeifolia, indigena in regione mediterranea Europae australi-occidentalis a 20° usque ad 37° longit. a Ferro, occurrit in collibus apricis herbosis calcareis inter virgulta et ad margines vinearum; observata est in Gallia meridionali et orientali! (Collioures Narbonne — Dijon), in Hispania (Catalaunia)?, in Italia superiore et media, in Corsica (Bastia) et Sardinia?, in Helvetia (Canton Tessin, Gandria). In Tirolia occidentali (Mt. Baldo!), Carniolia australi, Istria! Croatia!, Dalmatia!, Hungaria (prope Stuhlweissenburg?).

Planta huius nominis ex Rossia australi, Caucaso, Asia minore (?) descripta est *I. salicina* β.

Floret:

Junio—Julio—Augusto. ♃.

Observatio:

Bekanntlich herrschen in der botanischen Literatur arge Zweifel über die *Inula squarrosa* L. und deren Sicherstellung. Ich habe mir daher angelegen sein lassen, deren Feststellung zu bewirken, woraus sich die Identität der *I. spiraeifolia* mit *I. squarrosa* mit grösster Wahrscheinlichkeit ergab, und da beide Namen im selben Bande der Linné'schen Species plantarum veröffentlicht wurden, nahm ich keinen Anstand, den vorerst stehenden Namen unserer Pflanze voranzusetzen.

Zur Erreichung des vorstehenden Zweckes hiess es vor Allem die Diagnosen und die Synonymie der beiden Arten bei Linné genau prüfen. Wenn wir nun die Abbildung der *Conyza media monspeliensi affinis multiflora* Bauhin, Hist. II, p. 1049, welche als Synonym zu *I. spiraeifolia* angeführt wird, überblicken, so stellt uns die Figur eine Pflanze mit gedrängten Blättern und dichtstehenden Blüthen dar — die normale *I. spiraeifolia* Linné; bei *I. squarrosa* finden wir von Linné zwei Synonyme angeführt, wovon *Aster conyzoides odoratus luteus* Tourn. Instit. 483 das erste ist. Wenn wir dasselbe verfolgen, so finden wir bei Tournefort wieder eine *Conyza minor seu*.... Besler, Hort. Eyst. I, 5. ordo, fol. 8; III, t. 76 citirt, welche schöne Abbildung uns jedenfalls eine zu unserer *I. spiraeifolia* gehörige Pflanze darstellt, und zwar mit länglichen, etwas zugespitzten, gesägten Blättern, die jedoch nicht dicht stehen und nach oben an Grösse abnehmen; der Blüthenstand ist ein lockerer Corymbus mit bis zu den Köpfchen klein beblätterten Ästchen. Die Blätter sind gegen den Grund etwas verschmälert, im Ganzen 4—5^{cm} lang, fast wagrecht abstehend. Die Hüllschuppen sind wie bei der normalen *I. spiraeifolia*. Kurz, es ist die Gartenform der *I. spiraeifolia*. — Das zweite Synonym der *I. squarrosa* L. ist *Aster luteus latifolius glaber, foliis rigidis et minutissime crenatis* Pluk., Alm. 37, t. 16, Fig. 1. Pluckenet's Abbildung ist jedoch minder schön, und stellt uns ein dreiköpfiges Ästchen vor mit eiförmigen, beiderseits etwas zugespitzten Blättern, welche am Rande fein gezähnelt sind (welches Verhältniss jedoch in der Darstellung gewiss nicht der Natur nachgeahmt wurde), die unteren kleinen Hüllschuppen sind abstehend, die oberen sind (wie aus der unklaren Zeichnung zu entnehmen ist) anliegend und kahler.

Es ergibt sich somit, dass die *I. squarrosa* L. keine am Grunde herzförmigen Blätter besitzt, woraus sich folgert, dass die Behauptung Grisebach's (Iter hungar., p. 337) und Kerner's (Österr. bot. Zeit. 1871, p. 59) welche die *I. squarrosa* L. mit der *I. cordata* Boiss. und der breitblättrigen *I. salicina* vereint unhaltbar ist, da diese Pflanzen am Grunde herzförmige, nicht wie die *I. squarrosa* abgerundet verschmälerte Blätter besitzen.

Ein einziges Merkmal, das übrig bleibt, um die *I. squarrosa* von *I. spiraeifolia* zu scheiden, ist das des Blüthenstandes, welcher bei letzterer reichblüthig mit ziemlich gleich langen Ästen und an einander gedrängten Köpfchen, bei ersterer wenigblüthig mit wenigen, meist ungleich langen Ästen und einzelnen Köpfchen auftritt, Merkmale, die jedoch so vielfach in einander übergehen, dass sie sich nicht genügend feststellen lassen, was schon Bertoloni, der die Pflanze in der Natur beobachtete, in Flora ital. IX, p. 281, bestätigte. Auch Linné's Beschreibung der *I. squarrosa*: „Flos solitarius magnus terminalis si vero planta hoc flore mutiletur, exoriuntur flores plures, minores petiolis adspersis foliolis parvis uti etiam a loco" scheint auf eine Unregelmässigkeit des Blüthenstandes hinzudeuten.

In der Grösse, Stellung und Behaarung der Blätter finden sich bei *I. spiraeifolia* nur Schwankungen von minderem Belang vor. Doch sah ich auch einmal eine *forma villosa* mit dichtzottigem Stengel, dessen abstehende Haare auf einem kleinen Knötchen am Grunde aufsassen. Die Blätter aber waren wie gewöhnlich blos auf der Unterseite borstenhaarig.

10. *Inula Savii*

(spiraeifolia × salicina).

Foliis oblongo-lanceolatis rotundato-sessilibus, subserratis, subtus setulosis; capitulis paucis (35^{mm}); involucri squamis in apice foliaceo lanceolatis, patentibus.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, fibrillis longis obsitus; epigaeus erectus, apice ramosus basi defoliatus, ceterum copiose foliatus parce setosus oligocephalus (60^{cm}).

Folia coriacea, inferiora oblongo-lanceolata basi attenuata quasi petiolata, superiora subovata latiora basi rotundato-sessilia, acuminata, margine calloso denticulato subserrato, venosa nervis utrinque prominentibus (nervatio Inulae spiraeifoliae), supra glabra subtus in nervis et margine scabro-setosa (infer. $9-10^{cm}:8-15^{mm}$. superior. $6-7^{cm}:20-25^{mm}$).

Capitula magna singula adsunt 2 (35^{mm}).

Involucri squamae exteriores foliaceae patentes, sequentes basi membranaceae apice lanceolatae foliaceae, margine setosae, intimae membranaceae acuminatae ciliatae.

Ligulae numerosae involucrum duplo superantes; laciniae corollinae acuminatae; achaenia cylindracea costata, glaberrima, maxima parte corrugata (2^{mm}); pappi setae basi inaequaliter connatae.

Area geographica:

Vidi exemplar unicum sub nomine *I. squarrosa* ex horto Pisano Italiae, ubi legit cl. Savi ad scaturigines frigidos.

Floret:

Julio ineunte.

Observatio:

Vielleicht ist unsere Pflanze identisch mit *Inula hetrusca* Moretti, welche ich mit Tenore als Synonym der *I. salicina* anführte, was sich, da ich Originalexemplare der *I. hetrusca* nicht in Händen hatte, mit Sicherheit nicht entscheiden lässt. *Inula Savii* unterscheidet sich aber nach der Beschreibung durch die abgerundet sitzenden (nicht stengelumfassenden), auf der Unterseite etwas rauh behaarten (nicht beiderseits kahlen) Blätter, durch den borstig behaarten (nicht kahlen) und undeutlich (nicht wie bei *I. hetrusca* deutlich) gefurchten Stengel. Die Merkmale, welche genügen, um die *Inula Savii* von der *Inula spiraeifolia* zu sondern, sind: die lockere Blattstellung der viel längeren lanzettlichen Blätter, die grösseren und wenigen Köpfchen mit Schuppen, welche ein lanzettliches blattartiges Anhängsel besitzen, während gegenüber der *I. salicina*, deren Tracht die *I. Savii* besitzt, die gerundet sitzenden (unterseits rauhen und mit deutlich vorspringenden Nerven versehenen) Blätter zur Unterscheidung angeführt werden können.

11. *Inula adriatica* Borbás

(hirta × spiraeifolia).

Caule setigero; foliis ovato-oblongis, basi paulum angustata sessilibus, subtus setosis, supra subglabris; capitulis paucis 1—3 (15—25^{mm}); involucri squamis subaequilongis, lanceolatis, setosis, suberectis.

Synonymia:

Inula adriatica (hirta-squarrosa) Borbás in Adatok Arbe és Véglia szig. flórájához in ung. Akad. XIV, 1876/77, Taf. I. — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.

Inula squarrosa var. *adriatica* Vis., Flor. dalm., Suppl. alter. II, p. 29.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, fibrillis tenuissimis paucis obsitus; epigaeus ascendens erectus, saepe apice ramosus, copiose foliatus, pilis rigidis tectus oligo- (1—3) cephalus ($13-38^{cm}$).

Folia erecta ovata s. oblonga, rotundato-acuminata basim versus paulum angustata sessilia, in margine calloso scaberrima subintegra, subtus in nervibus setosa supra subglabra v. parce setosa glandulisque minutissimis tecta; nervis venosis utrinque prominentibus ($30-45^{mm}:6-17^{mm}$).

Capitula singula pauca, foliis parvis suffulta ($15-25^{mm}$).

Involucri squamae exteriores foliaceae intimas subaequantes, lanceolatae; sequentes **basi callosae** in apice foliaceo lanceolatae acutae, in margine et nervo medio prominente setosae; intimae membranaceae.

Ligulae involucrum bene (6^{mm}) vel duplo superantes; laciniae corollinae acutae, flavae; achaenia costata glabra fusca (2^{mm}); pappi setae numerosae in carinis achaenii aggregatae, niveae.

Area geographica:

Plantam certissime hybridam cl. dom. Borbás detexit in rupestribus graminosis ad pagum Vidklan insulae Veglia, solo calcareo; exemplaria alia vidi cum nota sola „planta intermedia inter *I. hirtam* et Bubonium" in herbario musei Oeniponti.

Floret:

Julio ♃.

Observatio:

I. adriatica unterscheidet sich von *I. spiraeifolia* allsogleich durch den Besitz von Hüllschuppen, welche mit denen der *Inula hirta* übereinstimmen, von welcher sie hinwieder durch spärlichere Bekleidung, durch die kleineren Köpfchen und andere Tracht geschieden wird.

Von anderen Bastarten der *I. hirta* wäre die *I. rigida* als nächststehend anzuführen, welche jedoch durch die nicht gegen den Grund verschmälerten, aber etwas herzförmigen oberen Stengelblätter und durch grössere Köpfchen gegenüber der *I. adriatica* sich kennzeichnet.

12. VI. *Inula orientalis* Lamarck.

Foliis inferioribus angustato-sessilibus, superioribus cordatis, auriculis liberis; capitulo unico, specioso (80—100^{mm}); involucri squamis dense, patule et longe fulvo-ciliatis.

Synonymia:

Inula orientalis Lam., Encycl. III, p. 255 (1789).

Inula grandiflora Willd., Spec. plant. III, p. 2096, n. 15 (1800). — DC., Prodr. V, p. 468. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 507. — Boiss., Flor. orient. III, p. 186. — Clarke, Compos. indic., p. 123,

Inula alpina Adams. in Web. et Mohr Beitr. I, p. 68 (sec. Boissier).

Inula glandulosa β. Sims., Botan. Mag. n. 1907 (sec. DC.).

Descriptio:

Radix crassa lignosa oblique adscendens, fibrillis longis paucis obsita.

Caulis unicus erectus simplex et monocephalus, herbaceus striatus, setulosus copiose foliatus ($70-90^{cm}$).

Folia elliptica s. oblonga, sessilia, inferiora basi angustata, superiora cordata auriculis liberis, breviter rotundato-acuminata, in margine calloso denticulata, utrinque setosa subscabra subtus subsplendida (media $8-10^{cm}:3^{cm}$)

Capitulum speciosum ($8-10^{cm}$).

Involucri squamae numerosae foliaceae anguste lanceolatae subaequilongae dense, patule et longe fulvo-ciliatae, intimae subfiliformes, membranaceae glabrae.

Ligulae numerosissimae pluriseriales, apice inaequaliter inciso-dentatae, ($35-40^{mm}$), flavae, in medio cilis articulatis copiose tectae; Laciniae florum tubulosorum acutissimae glabrae; achaenia cylindrica costata, apice pilis brevissimis patentibus paucis scabra ($1\cdot5-2^{mm}$); pappi setae basi inaequaliter concretae, corolla breviores.

Area geographica:

Crescit in regione alpina rarius subalpina Caucasi (in monte Kasbek et Kaschaur, Chewi, solo augitporphyracea et schistoso altitud. 1500—7000′) et ponti Lazizi ad Djimil 6600′, in Guria et in regione boreali-occidentali Himalayae in saxis calcareis altit. 14—17000′.

Floret:

Julio—Augusto ♃.

13. VII. *Inula glandulosa* Mussin Puskin.

Foliis inferioribus in petiolum angustatis, superioribus cordato-auriculatis, auriculis adnatis paulum decurrentibus; capitulo unico specioso (60—70mm); involucri squamis pilis longis, atrofuscis copiose tectis.

Synonymia:

Inula glandulosa Mussin Puskin in Willd., Spec. plant. III, p. 2097, n. 16 (1800).

Inula glandulosa Willd. apud M. Bieberst., Flor. taur. cauc. II, p. 319; III, p. 575. — * Curt., Bot. mag. 44, t. 1907 (figura pessima); — * Bot. Reg. IV, t. 334 (non vidi). — Lam., Encycl. suppl. III, p. 153 (non Lam.) — DC, Prodr., V, p. 468. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 507. — Boiss., Flor. orient. III, p. 187.

Descriptio:

Radix oblique adscendens, atra, fibrillis longis tecta.

Caulis unicus erectus simplex monocephalus hirsutus copiose foliatus (30—40cm).

Folia inferiora oblongo-spathulata, infima in petiolum angustato-decurrentia, suprema ovata sessilia, basi cordato-auriculata, auriculis adnatis paulum decurrentibus, breviter rotundato-acuminata, integra vel denticulis callosis remotis in margine obsita, utrinque hirsuta (media 9—13cm:27—30mm superiora latiora).

Capitulum speciosum (60—70mm).

Involucri squamae numerosae anguste-lanceolatae foliaceae subaequales pilis longis atrofuscis copiose tectae, solum intimae scariosae glabrae.

Ligulae maximae (23—25mm) anguste lanceolatae in medio pilis articulatis copiose obsitae; laciniae florum tubulosorum acuminatae glabrae.

Achaenia glabra (2·5mm); pappi setae firmae basi separatae.

Area geographica:

Crescit in locis herbidis alpinis totius Caucasi et Georgiae caucasicae, Salataviae et Daghestaniae 1550—2400m.

Floret:

Julio—Augusto ♃.

14. VIII. *Inula hirta* Linné.

Caule hirto; foliis ovatis v. oblongis, rotundato acuminatis, basi angustato-rotundata sessilibus, utrinque hirtis, nervis lateralibus medio non parallelis; capitulis 1 rarius paucis (25—70mm); involucri squamis mediis subaequilongis, in apice foliaceo lanceolatis, erectis, hirtis.

Synonymia:

Inula hirta L., Spec. plant., ed. 1, II, p. 883 (1753); ed. 2, p. 1239. — * Jacq., Flor. austr. IV, p. 30, t. 358. — Roth, Tentam. I, p. 360; II, 2, p. 328. — Lam., Encycl. III, p. 258. — Vill., Dauph. III, p. 215 Anm. et p. 218. — Willd., Spec. plant. III, p. 2098. — DC., Flor. franç. IV, p. 151. — Baumg., Enum. Transsylv. III, p. 131. — Wimm. et Grab., Flor. siles. II, p. 135. — Gaud., Flor. helv. V, p. 323. — DC., Prodr. V, p. 466. — Koch, Synops. ed. 1, p. 359; ed. 2, p. 393. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 503. — Vis., Flor. dalm. II, p. 62. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 175. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 280. — * Reichenb., Icon. XVI, p. 15, t. 36. — Wulf., Flor. noric., p. 704. — Neilr., Flor. Nieder-Öst., p. 337. — Schur, Enum. transsylv., p. 314 cum var. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 44. — Čelak, Prodr. flor. Bohem., p. 225. — Boiss., Flor. orient. III, p. 187. — Garke, Flor. Deutschl., p. 198.

* *Aster hirtus* Scop., Flor. carn. ed. 2, p. 173, t. 58 (1772); — Flor. der Wetterau, III, p. 224.

Inula montana Pollich (non L.), Hist. plant. palatin. II, p. 469 (1777) forma simplex monocephala.

Aster hirtus All., Flor. pedem. I, p. 195 (1785).

Aster hirtus Moench, Suppl. ad meth. plant., p. 251 (1802).

Pulicaria hirta Presl, Flor. čechic., p. 178 (1819).

Inula hirsuta Suffr., Forojul p. 182 ex Pollini, Flor. Veron., p. 676 et Bertol., Flor. ital l. c.

Inula involucrata Kaleniczenko in Bullet. de la soc. imp. de Moscou, tom. XVIII, I, p. 234 (1845).

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) ascendens s. repens saepe nodosus copiose fibrillis obsitus; epigaeus ascendens, erectus basi squamatus, squamis parallelinerviis, superne copiose foliatus striatus, hirsutus pilis dilute fuscis, simplex monocephalus rarissime apice ramosus oligocephalus (15—40cm altus).

Folia ovata, elliptica s. lanceolata, basi angustato-rotundata sessilia, apice rotundato-acuminata, integra aut versus apicem subserrata margine calloso-scabro, hirsuta supra viridia subtus pallida; nervis utrinque prominentibus, lateralibus numerosis ante marginem arcuatim conjunctis, venis numerosis anastomosantibus.

Capitula speciosa (25—40—70mm) singula, fructigera subglobosa.

Involucri squamae introrsus decrescentes, extremae foliaceae ligulas aequantes vel superantes, ceterae basi callosae in apice foliaceo lanceolato erectae, nervis prominentibus, hirsutae; intimae scariosae in apice acuminatae accumbenter pilosae.

Ligulae squamis duplo longiores, aureae; laciniae florum tubulosorum acutissimae nervo marginatae, in dorso glandulas paucas gerentes; achaenia costata fusca (2mm); pappi setae basi inaequaliter coalitae.

Variat:

α. oblongifolia.

Folia oblonga s. lanceolata erecta rarius recurvata, inferiora obtusissima (50—60—70mm:9—12—17mm); caulis 35—40cm altus.

Syn. *Inula hirta* L. et autorum.

I. melanolepidea Kaleniczenko in Bull. de la soc. imp. de Moscou 1845, XVIII, I, p. 235 est forma *I. hirtae* foliis lanceolatis et partibus superioribus nigrescentibus.

I. hirta var. *Baumgarteniana* Schur, Enum. Transsylv., p. 314.

Var. *angustata* Borbás, Herb.

Ad formam unifloram:

Var. *uniflora* Spenner, Flor. Friburg., p. 531 (1825); autore Bert. in Gaudin, Flor. helv. V, p. 323; autore Gaud. in Synops. flor. helv., p. 741.

Ad formam ramosam:

Var. *multiflora* Spenner, Flor. Friburg., p. 531 est forma ramosa *I. hirtae* foliis inferioribus semiamplexicaulibus an *I. rigida* Döll?

Var. *pleiocephala* Heuffel, Enum. pl. Banat, 1858, p. 94.

Var. *corymbosa* Schur, Enum., p. 314.

Var. *angustifolia* Cariot, Étude de flor. éd. 4 et 5, II, p. 350 = *I. ensiformis* Gandog., Flor. Lyonn. (1875), p. 125.

β. rotundifolia.

Folia ovata arcuatim recurvata rarius patentia, supra subglabra (23—40—70mm:9—15—30mm); caulis saepissime humilis 15—20 rarius—35cm altus semper monocephalus.

Syn. *Inula hirta* L., Spec. plant. II, p. 1239 annot. „*Inula* Veronae lecta differt foliis ovalibus nec lanceolatis aut serratis; calyx videtur indicare eandem speciem."

Var. *pygmaea* Schlosser, Herb. p. p.

Exsiccatae:

Reichenb., n. 2038 (α et β)!. — Schultz, Cichoriaceoth.. n. 43 (α); — Herb. norm. cent. VII, n. 684 (α)!. — Billot, n. 385. — Gueb., Mold., n. 202.

Area geographica:

Crescit in locis siccis, herbosis, apricis, inter virgulta et in silvis raris regionis collinae et montanae imprimis solo calcareo Europae mediae et australis passim usque ad 55° latit. septentr., deest autem in insulis Britannicis; extendit ad Sibiriam et Dahuriam.

Varietas β. magis occurrit in Europae regionibus australibus sicut in Istria (ad Tergestum!, Flumen!), Dalmatia!, Bosnia!, Hercegovina!, Tirolia australi!.

Floret:

Majo --Julio interdum iterum autumno ♃.

15. *Inula Hausmanni* Huter

(ensifolia × hirta).

Caule subglabro, supra hirsuto; foliis anguste lanceolatis, basi angustata sessilibus, rotundato-acuminatis, plus minus pilosis, nervis lateralibus medio subparallelis; capitulo unico (35—40^mm); involucri squamis mediis subaequilongis, in apice foliaceo lanceolato erectis, pilosis.

Synonymia:

Inula Hausmanni Huter (in Sched. 1862) in Öst. botan. Zeitschr. 1863, p. 137. — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.
Inula hirta-ensifolia Fritze apud Henniger in Flora 1879, p. 347.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens copiose fibrillis tectus, epigaeus ascendens erectus, simplex, basi squamatus superne copiose foliatus striatus, subglaber sub capitulis copiose hirsutus, saepe rubescens (15—26^cm).

Folia inferiora parva, oblonga apice rotundata, cetera lanceolata, basi angustata sessilia, rotundato-acuminata, integra, in margine calloso-piloso scaberrima, utrinque viridia, pilis adpressis plus minus tecta (43—70^mm:3·5—6^mm); nervis utrinque prominentibus, duobus lateralibus infimis in basi nervo medio breviter accumbentibus eique usque ad apicem folii subparallelis, venis transversalibus numerosis.

Capitula singula (35—40^mm).

Involucri squamae exteriores foliaceae, ceterae basi callosae, in apice foliaceo lanceolato erecto plus minus hirsutae, nervis prominentibus; intimae scariosae acuminatae apice copiose pilosae.

Ligulae squamis duplo longiores aureae; laciniae florum tubulosorum acutissimae nervo marginatae; achaenia glabra costata; pappi setae basi irregulariter coalitae.

Area geographica:

Crescit inter parentes in Tirolia (in pratis montanis montis Cingolo rosso versus lacum Idro (l. Huter)! in Valle Vestino (l. Porta)! in Lombardia (prope Brix)! in Dalmatia (prope Spalato)! in Hungaria (prope „Erlau“ [l. Vrabélyi])! in Polonia australi (sec. Henniger).

Floret:

Julio ♃.

Observatio:

I. Hausmanni ist eine leicht kenntliche Hybride, welche sich von *I. hirta* durch die schmal lanzettlichen gegen die Basis verschmälerten und parallel nervigen Blätter sowie durch meist geringere Bekleidung aller Theile unterscheiden lässt; sie steht hingegen der *I. ensifolia* viel näher; doch ergeben auch gegen Letztere die Behaarung und Aderung der nicht allmälig zugespitzten, sondern gerundet gespitzten Blätter, sowie die aufrechten, ziemlich gleich langen mit lanzettlicher, steif- nicht wolligbehaarter Blattspreite versehenen Hüllschuppen ganz treffliche Unterscheidungsmerkmale.

16. *Inula litoralis* Borbás

(ensifolia × spiraeifolia).

Caule subglabro; foliis erectis lanceolatis, basi angustata, rotundato-acuminatis glabris, coriaceis nervis lateralibus medio subparallelis; capitulis 1—4 (15—20^mm); involucri squamis exterioribus lanceolatis, mediis in apice ovato-spathulato paulum recurvatis.

Synonymia:

Inula litoralis (ensifolia-squarrosa) Borbás in Természet 1878, p. 80 sine descript. et florist. Adátok 1879 (S. A.), p. 6.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens, parce squamatus fibrillis longis obsitus; epigaeus e basi ascendente erectus striatus simplex monocephalus vel apice subcorymbosus oligocephalus, copiose foliatus basi pilis parcis obsitus supra glaber (26—40^{cm}).

Folia erecta coriacea oblongo-lanceolata sessilia; inferiora basim versus sensim superiora paulum attenuata, rotundato-acuminata mucronulata integra in margine scabra, glabra vel inferiora hirtula; nervis prominentibus, duobus lateralibus medio basi approximatis et eo fere ad apicem subparallelis venis transversalibus numerosis conjunctis (5—6^{cm} : 6—10^{mm}); capitula singula pauca (1—4), cylindracea (15—20^{mm}).

Involucri squamae exteriores lanceolatae foliaceae, interiores basi membranaceae, apice ovato-lanceolatae s. spathulatae foliaceae paulum recurvatae margine ciliatae, intimae membranaceae.

Ligulae paucae squamas bene (6—9^{mm}) superantes.

Laciniae corollinae acutae.

Achaenia glabra dilute fusca maxima parte corrugata costata (2·5^{mm}); pappi setae numerosae.

Area geographica:

Crescit in cacumine montis Vratnik Segniae (!) in Croatia ubi cl. d. Borbás detexit anno 1875.

Floret:

Augusto. ♃.

Observatio:

Dieser Bastart gehört ebenfalls zu den leicht kenntlichsten. Die lanzettlichen fast an den Stengel anliegenden, durch ihre Nervatur charakteristischen Blätter lassen gegenüber der *I. spiraeifolia* keine Verwechslung stattfinden. Die verhältnissmässig breiteren, mit zahlreichen vorspringenden Quernerven versehenen Blätter, die mit einem spatelförmigen nicht lanzettlichen Blattspitzchen versehenen Schuppen der kleinen Köpfchen charakterisiren diese Hybride auch gegen *I. ensifolia*. Auch fehlen der *I. litoralis* die Wollhaare, wie sie Letztere besonders unter den Köpfchen gewöhnlich besitzt. Die anderen Bastarte der *I. ensifolia* lassen sich ebenfalls nicht schwer von *I. litoralis* unterscheiden, wobei schon die geographische Verbreitung Anhaltspunkte liefert, da ja *I. spiraeifolia* nur der Mediterranflora angehört. *I. Hausmanni* lässt sich durch den Besitz von Hüllschuppen welche jenen der *I. hirta* ähnlich sehen, sogleich von *I. litoralis* sondern, besitzt jedoch die Tracht und Blattform derselben. *I. hybrida* unterscheidet sich von *I. litoralis* durch die lang zugespitzten (nicht gerundet gespitzten) Blätter mit viel zahlreicheren, aber minder hervortretenden Quernerven, durch zahlreichere Köpfchen, durch die Seidenbehaarung des Stengels und der Köpfchenschuppen. Die schmalblätterigen Formen der *I. stricta* weichen hingegen durch dieselbe Blattgestalt wie *I. hybrida* und durch viel grössere Köpfchen ab.

17. *Inula hybrida* Baumg.

(ensifolia × germanica).

Caule plus minus sericeo; foliis lanceolatis utrinque angustatis subtus pilosis, nervis lateralibus acutissime a nervo medio deflexis; capitulis corymbosis numerosis (15—20^{mm}); involucri squamis in apice recurvato sericeis.

Synonymia:

Inula hybrida Baumg., Enum. flor. Transsylv. III, p. 132 (1816). — Besser, Plant. Volhyn., p. 33 (1822). — Koch, Synops. ed. 1, p. 359; ed. 2, p. 393. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 505? (vide *I. media* annot.). — *Reichenb. fil, Icon. XVI, p. 16, t. 33, I (α). — Fuss, Flor. Transsylv., p. 317. — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.

Inula lancifolia Wenderoth in Flora 1829. Erg. Bl. I, p. 26 „*I. ensifolia* proxima, differt caule hirto, foliis oblongis semiamplexicaulibus, integerrimis, tenuissime ciliatis, floribus minoribus, corymbi multiflori ramis floriferis elongatis strictis". Conf. etiam Wender., Flor. hassiac, p. 290.

Inula salicina-ensifolia Reichenb., Flor. excurs., p. 851. — Conf. etiam Moore in Journ. of botan. IV, p. 36.

Inula spiraeifolia var. β *hybrida* DC., Prodr. V, p. 467.

Inula germanico-ensifolia Neilr. in Verhandl. d. zool.-botan. Gesellch. Wien 1851, p. 121; — Flor. von Nied.-Öst., p. 336. — Henniger in Flor. 1879, p. 347.
Inula valiensis (salicina-ensifolia) Tauscher in Sched. (!)

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens stolonifer ramosus squamatus, **epigaeus** arcuatim ascendens erectus basi squamatus superne copiose foliatus, striatus plus minus insigniter sub capitulis sericeus rarius in parte media subglaber, in apice ramosus rarius corymbosus ($25-70^{cm}$).

Folia lanceolata in basi rotundato-augustata undulata sessilia, sensim acuminata, mucronata, erecto patentia, plus minus pilosa, superiora saepe glabrescentia, in margine calloso-scabro saepe lanuginosa, nervis lateralibus numerosis acutissime deflexis, duobus infimis versus folii basim plus minus medio accumbentibus et parallelis versus apicem cum aliis arcuatim conjunctis.

Capitula numerosa (2—25) conspicue pedicellata singula subcylindracea ($15-20^{mm}$).

Involucri squamae exteriores subfoliaceae lanceolatae acutae, interiores adpressae basi callosae, in apice breviter foliaceo ovato carinato recurvatae et plus minus pilosae, introrsus accrescentes; intimae scariosae lanceolatae, acutae in apice saepe rubescentes.

Ligulae squamas superantes, rarius eas duplo longiores aureae; **achaenia** maxima parte corrugata costata dilute fusca (2^{mm}).

Variat:

α. villosa.

Caulis subvillosus sub capitulis sericeus; folia subtus subtomentosa supra parce pilosa ($50-60^{mm}:6-8^{mm}$).

Syn. *Inula hybrida* Baumg. var. *Czatoi* Borbás, Herb.
Var. *villosiuscula* Schur, Enum. transsylv., p. 312?.
Inula germanica var. *angustifolia* Schur l. c. p. 311?.

β. glabriuscula.

Caulis in media parte subglaber tantummodo sub capitulis copiosius pilosus; folia glabra vel in margine et subtus in nervo medio pilis paucis obsita ($30-80^{mm}:7-11^{mm}$).

Syn. *I. hybrida* Baumg. l. c. „caule ex toto villoso foliis subglabris" et autorum.
Var. *b stenophylla*? (forma foliis $4?-6^{mm}$ latis) et
Var. *γ Pseudoensiformis* Schur in Öst. botan. Zeitschr., 1861, p. 92.
Var. *Pseudosalicina*? et *germanico-salicina* Schur, Enum. l. c. p. 312.

Area geographica:

Crescit semper inter parentes saepissime numerose in locis apricis, herbosis et lapidosis inter virgulta praecipue solo calcareo. Observata est in Austria inferiore (in montibus Leopoldsberg! et Eichkogl!, prope St. Veit proxime Vindobonam), in Moravia (prope Nusslau et Obřan proxime Seelowitz et circa Brünn), in Hungaria prope Budam et in monte Dreihotterberg! (Kerner), ad Agriam (Erlau)! et Kis Eged! (l. Vrabélyi), prope Nagy Enyed (Czato)!, Magyar Igen (Borbás)!, Fünfkirchen et pagum Val (Tauscher)! etc.; in Transsylvania (prope Czenafii proxime Klausenburg! (Kováts), in monte Billak! (Schur sub *I. media* M. B.) prope Boos, Grossscheuern, Schässburg etc.; in Galicia prope Lemberg sec. Focke et Henniger; in Moldavia inferiore! (Guebhard, n. 73.) et Dobrutscha.

Floret:

Julio—Augusto. ♃.

Observatio:

Wenn auch *I. hybrida* stets ihre Mittelstellung zwischen *I. ensifolia* und *I. germanica* behauptet, so dass mit Sicherheit ein Schluss auf deren hybride Abstammung gemacht werden kann, so bietet sie doch, was die Tracht anbelangt, grosse Verschiedenheiten dar, die jedoch nicht genügend präcisirt werden können, da sie höchst veränderlicher Natur sind. Bald besitzt sie die Tracht der *I. ensifolia*, bald jene der *I. germanica*;

entweder sind wenige oder sehr viele Köpfchen vorhanden, die wieder doldenähnlich gedrängt oder auf langen Ästen stehen. Es ergeben sich nun durch Combinirung dieser Merkmale so zahlreiche Formen, die alle mehr minder wieder in einander übergehen. Es ist daher auch unmöglich, die zahlreichen Varietäten, wio sie Schur bald nach diesem bald nach jenem Eintheilungsgrunde aufstellte, fest zu halten. Aus der niederösterreichischen Pflanze fand er drei Varietäten heraus, die ich der Vollständigkeit halber hier aufführe, trotzdem aber mich des Zweifels nicht enthalten kann, ob sie auch alle wirklich zu *I. hybrida* gehören, da an seinem Originalstandorte auch die *I. stricta* var. β mit *I. hybrida* vermengt vorkommt. Er unterscheidet (Öst. bot. Zeit. 1861, pag. 92) folgende Formen:

α) *Pseudo-hirta*: foliis *I. hirtae* subsimilibus ($2^1/_2$—3 poll.: 6 lin.) remoto et calloso dentatis antice parum latioribus. Inflorescentia *I. salicinae*, foliis *I. hirtae*; capitulis 1—4 minoribus.

β) *Stenophylla*: foliis angustioribus 2—3 lin. latis, oblongo-linearibus a medio utrinque attenuatis, acutis.

γ) *Pseudo-ensiformis*: foliis oblongo-linearibus confertis, mediis $2^1/_2$—2 poll. longis, glabriusculis; capitulis 3—4 corymbosis ut in *I. germanica*.

Nach der Beschreibung der Varietät *α. Pseudo-hirta* möchte ich keinen Anstand nehmen, diese als *I. rigida* Döll zu bezeichnen, während die zwei folgenden als bloss durch die Breite der Blätter verschiedene Formen der *I. hybrida* angesehen werden können. Viel schwieriger gestaltet sich die Entzifferung der vier Varietäten, welche Schur in seiner Enum. plant. Transsylv. p. 312 (1866) unter dem Namen *I. hybrida* zusammenstellte. Es ist zweifelhaft, ob diese seine *I. hybrida* den Bastart zwischen *I. ensifolia* und *I. germanica* vorstellt, wodurch dessen Ansicht, dass die *I. hybrida* Koch nicht identisch sei mit der *I. hybrida* der siebenbürgischen Flora, gerechtfertigt erscheint. Mir ist durch die Beschreibung nicht klar geworden, ob die drei ersten Varietäten *a. Pseudo-salicina*, *b. villosiuscula*, *c. germanico-salicina* alle zu *I. hybrida* gehören. Nach der Beschreibung kann letztere unmöglich sowie die vierte Varietät *salicino-germanica* die benannte Bastartnatur rechtfertigen, da keine derselben mit herzförmiger Basis sitzende Blätter besitzt, welche doch den Stammeltern zukommen. Und woher hätte die Varietät *salicino-germanica* die schmalen nur $1^1/_2$ Linien breiten Blätter, wo doch *I. germanica* und *I. salicina* gewöhnlich über 10^{mm} (= 4·5 Linien) breite Blätter besitzen? Man ersieht aus diesem Falle deutlich, mit welcher Leichtfertigkeit Schur seine Varietäten und Namen fabricirte. Meiner Anschauung nach gehört diese Varietät *salicino-germanica* einfach zu *I. ensifolia.*

Wer die Beschreibung Baumgarten's sorgfältig überliest, wird keinen Zweifel mehr haben, ob dessen *I. hybrida* identisch sei mit der Koch'schen Pflanze und somit den Bastart zwischen *I. ensifolia* und *I. germanica* vorstelle. Die Pflanze ist auch eine auffallende und verräth durch ihr Vorkommen unter den Stammeltern (meistens unter *I. ensifolia*, was auf Befruchtung durch *I. germanica* schliessen lässt, somit *ensifolia* ♀ × *germanica* ♂) sowie durch ihre Charaktere die hybride Entstammung, die durch ihren Namen trefflich bezeichnet wird. Von *I. ensifolia* ist sie stets schon durch die viel kleineren, meist in einer Doldentraube stehenden Köpfchen und durch die breiteren netz- nicht parallelnervigen Blätter unterschieden. Gegenüber der *I. germanica* macht sich der Bastart vorzüglich kenntlich durch die schmallanzettlichen beiderseits verschmälerten Blätter und schwache Behaarung aller Theile.

18. *Inula stricta* Tausch.

(salicina × ensifolia).

Caule glabro; foliis lanceolatis, sensim acuminatis, basi angustata rarius subcordata sessilibus, glabris, nervis lateralibus medio subparallelis versus basim ei accumbentibus, venis numerosis; capitulis paucis (30—40^{mm}); involucri squamis in apice ovato-lanceolato subglabris.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) repens ramosus, fibrillis copiose obsitus, epigaeus ascendens, erectus, striatus mono- s. oligocephalus, glaber rarissime basi paulum pilosus, copiose foliatus basi squamatus.

Folia lanceolata versus basim angustata sessilia rarius subcordata, e media sensim acuminata, integra margine calloso scaberrimo, media et superiora utrinque glabra (duo infima rarius subtus parce pilosa), nervis

prominentibus, inferioribus lateralibus breviter medio accumbentibus, deinde ei subparallelis, venis transversalibus numerosis (50—100mm : 6—14mm).

Capitula magna (30—40mm) singula 1—5.

Involucri squamae exteriores foliaceae lanceolatae, mediae e basi callosa in apice ovato lanceolato foliaceo erectae vel paulum recurvatae, margine rarius dorso piloso, intimae scariosae lanceolatae acutae, fimbriatae.

Ligulae numerosae, squamis duplo longiores; laciniae florum subacutae; achaenia maxima parte corrugata, costata, dilute fusca (1—1·5mm).

Variat.:

α. ***Vrabélyiana*** (A. Kerner) *(ensifolia×salicina β).*

Folia coriacea, rigida, erecta, conferta subimbricata angustato-sessilia; caulis mono- rarissime oligocephalus; planta habitu *I. ensifoliae*, sed nervatura foliorum latiorum diversa.

Syn. *Inula Vrabélyiana* A. Kerner in Öst. botan. Zeitschr. 1868, XVIII, p. 297 et XXI (1871), p. 59.
Inula Barthiana Schur in Litt. (1869). Conf. Öst. botan. Zeitschr. 1871, p. 103.
Inula supersquarrosa-ensifolia Simkovic in Adatok Koloszvár és Torda (Magyar Növényt. Lapok 1878, 2. Jahrg. (sec. Just).

β. ***Neilreichii*** *(salicina×ensifolia α).*

Folia erecto-patentia rarius paulum recurvata laxa tenuiora angustato-sessilia; caulis mono- rarissime oligocephalus; planta habitu *I. ensifoliae* latifoliae sed nervatura foliorum latiorum diversa.

Syn. *Inula ensifolio-salicina* Neilr., 1. Nachtr. zur Flor. von Nieder-Öst., p. 45 (1866) (forma media inter β et γ!).
I. germanico-ensifolia Redtenb. in Neilr. 2. Nachtr. zur Flor. von Nieder-Öst. S. A., p. 20.
I. Neilreichii Beck in Sched. 1880.

γ. ***vera*** *(salicina×ensifolia).*

Folia erecto-patentia latiora tenua basi angustato-sessilia s. subcordata; caulis oligocephalus, ramis secundis flore prima longioribus; habitus *I. salicinae.*

Syn. *Inula stricta* Tausch in Syllog. plant. nov., tom. II, p. 253 (1828) „Foliis bene lanceolatis subamplexicaulibus, acutis nec acuminatis nec basi subauriculatis ut in *I. salicina*, rigidis, ciliato scabris, pedunculis unifloris, corymbosis strictis inferioribus elongatis; squamis anthodii lanceolatis squarrosis.“ Vidi exempl. orig.

Area geographica:

Crescit frequenter inter parentes in locis herbosis minus apricis, sub virgultis, in Austria inferiore (β prope Baden! [Neilreich], in montibus Eichkogl, Anninger, cum γ in montibus Leopoldsberg, Bisamberg, circa Höbesbrunn, Mödling, Hinterbrühl, Grinzing [ipse]); in Hungaria (α prope Agriam [Erlau]! Kutyahegy! Kis-Eged! [Vrabélyi] Eperjes!, circa Budam: Sárhegy! Gyöngyös! Jánoshegy! ad thermas Herculis! [l. Borbás]; γ in monte Suevorum Budae! [Borbás]). In Transsylvania prope Langenthal! [Barth].

Observatio:

Inula stricta ist wie *I. hybrida* ein in der Tracht sehr veränderlicher Bastart. Durch die drei vorher behandelten Varietäten sind wohl die Hauptformen inbegriffen, doch kann man fast an jedem Standorte Mittelformen namentlich zwischen β und γ auffinden. Die nicht vollkommen parallelnervigen, mit zahlreichen Queradern besetzten Blätter genügen selbst bei den schmalblätterigsten, in der Tracht ganz mit *I. ensifolia* zusammenfallenden Exemplaren als Kennzeichen, während gegenüber der *I. salicina* die gegen den Grund verschmälerten, nicht mit geöhrelt herzförmiger Basis aufsitzenden Blätter zur Unterscheidung gut benützbar sind. Übergänge zu letzterer Art sind jedoch in lichten Wäldern nicht so selten zu finden. Die nahestehende *I. hybrida* unterscheidet sich durch zahlreichere, kleine Köpfchen und durch die Behaarung des oberen Stengeltheiles sammt den Blättern, *I. media* durch am Grunde herzförmige und behaarte Blätter, *I. Hausmanni* durch die Hüllschuppen der *I. hirta* und wie *I. litoralis*, welche ausserdem kleinere Köpfchen besitzt, durch gerundet zugespitzte Blätter.

19. IX. *Inula ensifolia* Linné.

Caule glabro s. supra sericeo; foliis anguste lanceolatis, utrinque acuminatis, nervis plerumque 5, basi separatis, parallelis; capitulis 1-paucis (25—55^{mm}); involucri squamis in apice lanceolato sericeis rarius pubescentibus, patentibus.

Synonymia:

Inula ensifolia L., Spec. plant. ed. 1, II, p. 883 (1753); ed. 2, p. 1240. — *Jacq., Flor. austr. II, p. 40, t. 162 (β). — Roth, Tentam. I, p. 360; II, 2, p. 330. — Lam, Encycl. III, p. 260. — Willd., Spec. plant. III, p. 2101. — *Sturm, Deutschl. Flor. IX, Heft 34. — DC., Flor. franç. IV, p. 152. — Wahlenb., Flor. suec. II, p. 528. — DC., Prodr. V, p. 466. — Koch, Synops. ed. 1, p. 359; ed. 2, p. 393. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 504. — Vis., Flor. dalm. II, p. 63. — Bertoloni, Flor. ital. IX, p. 283. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 15, t. 37, III. — Wulf., Flor. noric., p. 702. — Neilr., Flor. Nieder-Öst., p. 336. — Boiss., Flor. orient. III, p. 190.

Aster ensifolius Scop., Flor. carn. ed. 2, II, p. 174 (1772); — autore Allioni, Flor. pedem. I, p. 198 (1785); — aut Moench, Suppl. ad meth. plant., p. 251 (1802).

Inula ensifolia Jacq. apud Baumg., Enum. Transsylv. III, p. 132.

Inula angustifolia „caule supra pubescente foliis sessilibus angusto-lanceolatis, denticulatis venosis" et

Inula linifolia „caule superne piloso foliis lineari-lanceolatis margine hispidis". Wenderoth in Flora 1829. Erg. Bl. I, p. 26.

Inula hybrida var. *salicino-germanica* Schur, Enum. Transsylv., p. 312.

Descriptio:

Caulis hypogaeus (radix) horizontaliter repens, ramosus, epigaeus ascendens, erectus, simplex vel apice ramosus, teres vel striatus, glaber versus capitula plus minus albo lanuginosus, basi squamata rarius pilosa, copiose foliatus (7—60^{cm}).

Folia conferta rigida, erecto patentia lineari lanceolata basi rotundato-angustata undulata sessilia sensim acuminata in margine scabro parce lanuginosa ceterum glabra, nervis conspicuis plerumque 5 usque ad apicem parallelis utrinque prominentibus, duobus lateralibus, in basi folii a medio separatis, venis transversalibus aut deficientibus aut paucis.

Capitula singula speciosa (25—40—55^{mm}).

Involucri squamae extremae foliaceae erectae, mediae e basi callosa in apice foliaceo lanceolatae v. spathulatae plus minus albo lanuginosae recurvatae, intimae scariosae acutae.

Ligulae duplo et ultra squamis longiores; laciniae florum tubulosorum acutissimae; achaenia costata in apice pilis paucissimis rigidis tecta, rarissime glaberrima (3^{mm}); pappi setae versus basim inaequaliter coalitae (conf. nostr. fig. 6).

Variat:

α. ***pinifolia.***

Caulis humilis (7—17^{cm}) mono- vel dicephalus; folia angustissima parva, saepe convoluta, arcuatim recurvata 3—4 nervia (30—60^{mm} : 2—3^{mm}); capitula parva (25—30^{mm}) lana squamarum deficiente.

β. ***lancifolia.***

Caulis elatus (20—60^{cm}), 1-oligocephalus; folia latiora, erecta rarius recurvata, 5 nervia, venis paucis conjuncta (50—80^{mm} : 4—7^{mm}); capitula speciosa (30—55^{mm}).

Syn. *Inulae ensifoliae* var. *simplex, rigida, ramosissima* Schur, Enum. Transsylv., p. 313.

Var. *rigida* et *umbrosa* „foliis molioribus varie curvatis, internodiis longioribus". Błocki in Kosmos 1880, p. 279.

Rare occurrit forma eiusdem sericea: foliis inferioribus subtus et in margine copiose, superioribus parcius sericeis; an solim forma autumno florens?

γ. ***latifolia.***

Caulis elatus (40—60^{cm}) plerumque pluriceps et ramosus; folia lanceolata erecto patentia, nervis 5—7, venis non exacte transversalibus conjunctis (70—90^{mm} : 8—10^{mm}).

Syn. *Invla ensifoliae* var. *latifolia* Schur l. c. p. 1313 (si planta glabra occurrit).

Exsiccatae:

Reichenb., n. 2159!. — Fries in Fasc. XIV, 1!. — Schultz, Herb. norm. nov. ser. cent. 1, n. 70!. — Guebh., Mold., n. 200.

Area geographica:

Crescit in collibus apricis herbosis, inter virgulta humilia regionis collinae et in desertis incultisque planitiei Europae australi-orientalis. Observata est in tota Rossia meridionali et australi! Moldavia, Hungaria!, Moravia!, Austria inferiore! et superiore!, in omnibus provinciis australibus regni Austriae et Hungariae!, in Tirolia australi! et Italia superiore (ubi rara), passim in peninsula balcanica! et in Asia minore. Ad maximam altitudinem versus polum (57° alt. sept.) eadem omnino disjuncta pervenit in insula Gothland!.

Floret:

Junio—Julio. ♃.

b. LASIOCARPAE.

20. X. ***Inula Britannica*** Linné.

Tota viridis plus minus sericea; foliis infra in petiolum angustatis, caulinis cordatis rarius semiamplexicaulibus, acuminatis; capitulis numerosis rarius paucis (20—55^{mm}); involucri squamis subaequantibus, exterioribus anguste lanceolatis, reflexis, sericeis.

Synonymia:

Inula Britannica L., Spec. plant. II, p. 882 (1753); — Flor. suec. ed. 2, p. 293; — Spec. plant. ed. 2, p. 1237; — *Flor. danic. (1768), t. 413. — Roth, Tentam. I, p. 359; II, 2, p. 325. — *(Brittanica)* Lam., Encycl. III, p. 255. — Baumg., Enum. Transsylv. III, p. 129. — *(Britanica)* Wahlenb., Flor. suec. II, p. 527. — Wimm. et Grab., Flor. siles. II, p. 136. — Gaudin, Flor. helv. V, p. 319. — *Dietrich, Flor. boruss. VII, t. 495 (var. β). — Koch, Synops. ed. 1, p. 360; *(Britanica)* ed. 2, p. 394. — *(Brittanica)* Ledeb., Flor. ross. II, p. 505. — *(Britanica)* Vis., Flor. dalm. II, p. 63. — Gren. et Godr., II, p. 177. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 270. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 14, t. 35. — *(Britanica)* Wulf., Flor. noric., p. 705. — *(Britanica)* Neilr., Flor. Nieder-Österr., p. 538. — *(Britanica)* Schur, Enum. Transsylv., p, 314. — *(Britanica)* Willk. et Lange, Prodr. hisp. II, p. 45. — *(Britanica)* Čelak., Prodr. Bohem., p. 225. — *(Britanica)* Boiss., Flor. orient. III, p. 193. — *(Britanica)* Garcke, Flor. Deutschl., p. 199.

Aster brittanicus All., Flor. pedem. I, p. 197 (1785).

Inula britannica La Tourette (Pilat 177) in Villars, Dauph. III, p. 214 (1789).

Inula britannica Willd., Spec. plant. III, p. 2090 (1800).

Aster brittannicus Gaertn., Mey. et Sch. in Flor. d. Wetter. III, p. 223 (1801). (Var. α.)

Inula Britanica DC., Flor. franç. IV, p. 149 (1815); Prodr. V, p. 467.

Aster undulatus Moench sec. Wender., Flor. hass., p. 289.

Conysa Britannica Morison in Ruprecht Flor. ingric., p. 569 (1860).

Descriptio:

Radix cylindracea nodosa, obliqua saepe flexuosa, fibrillis longis obsita, biennis.

Caulis erectus s. ascendens striatus plus minus pilosus simplex monocephalus s. paniculato ramosus polycephalus (20—60^{cm}) copiose foliatus.

Folia basalia in florescentia plurimum emarcida elliptica rarius ovata in petiolum angustata; caulina lanceolata sessilia, maxima parte basi cordata vel auriculata, acuta vel obtusiuscula, integra v. praecipue versus basin serrata, utrinque plus minus sericea rarius glabrescentia.

Capitula conspicue pedunculata, singula; (20—55^{mm}).

Involucri squamae numerosae, lineari-lanceolatae, subaequales aut exteriores longiores, mediae in apice foliaceo acutae s. recurvatae supra viridia subglabra subtus (extus) sericea et subtiliter glandulosa; solum intimae scariosae uninerviae in margine glandulosae, apice sericeo-fimbriato.

Ligulae squamis duplo longiores, rarius absconditae parvae et erectae flores tubulosas aequantes; laciniae corollarum plus minus acuminatae subtus glandulosae; achaenia versus basin paulum angustata, costata, pilis rigidis erecto-adpressis bicellularibus copiose tecta, versus apicem glandulis paucissimis obsita (1·25^{mm}) — (conf. figuram 5); pappi setae versus basin inaequaliter breviter concretae.

Variat.:

α. incisa.

Caulis ramosus; folia [50—100ᵐᵐ: (versus basin) 8—15ᵐᵐ] caulina basi cordata, in apice acuminata, versus basin inciso-serrata, dentibus versus apicem folii in denticulos callosos decrescentibus; caulis et folia pilis patulis tecta; pilae squamarum saepe tuberculis impositae; planta inprimis in Europae regione septentrionali pervulgata.

Syn. *Inula Britannica* L. et autorum, p. p.

Inula serrata Gilibert, Flor. lith. III, p. 207 (sec. Ledeb.) et Exerc. phytol. I, p. 169.

?Var. *stricta* Wahlenb., Flor. suec. II, p. 527 „Foliis strictis attenuatis mucronatis, argute serratis utrinque canescentibus".

β. vulgaris.

Caulis simplex v. ramosus; folia (30—150ᵐᵐ: 6—25ᵐᵐ) inferiora elliptica acuta in petiolum angustata, superiora basi cordata paucidenticulata s. integra; caulis et folia subtus laxe tomentosa.

Syn. *Inula Britannica* L. et autorum.

Forma minus pilosa:

Var. *viridis* Wahlenb., Nov. act. Ups. VII, p. 225, 247, sec. Flor. suec. II, p. 527 (1826) = *Inula Oetteliana* Reichenb. Flor. excurs., p. 237 (1831) cum icone citato florae danicae. — * Dietr., Flor. boruss. VII, t. 560. — Var. *glabriuscula* Ledeb. Flor. ross. II, p. 505 (1845). — Var. *glabrescens* Kabath, Flor. von Gleiw. (1846), sec. Fick, Flor. von Schles., p. 215.

Forma involucri squamis exterioribus longioribus est:

I. comosa Lam., Flor. franç. II, p. 147 (1778) = var. *β, comosa* DC., Prodr. V, p. 468 = *I. macrolepis* Bunge, Beitr. z. Flor. Russl. S. A., p. 154, n. 632 (1851).

γ. ovalifolia.

Folia basalia ovata (20—40ᵐᵐ lata) in petiolum conspicuum angustata, apice rotundata, obtusa; in ceteris cum variet. *α.* conveniens.

δ. angustifolia.

Caulis erectus, subvirgatus, simplex vel solum in apice ramosus, oligocephalus, capitulis saepe minoribus; folia (30—80ᵐᵐ: 5—10ᵐᵐ) anguste lanceolata, inferiora in petiolum plus minus longum angustata, superiora subangustato-sessilia rarius subcordata.

Syn. * *Inula squarrosa* (non L.) Krocker, Flor. siles. II, 2, p. 442, t. 40 (1790).

I. Britanica L. var. *uniflora* Gaud., Flor. helv. V, p. 320 (1829) et autore Lecoq et Lamotte, Catal. de plant. vascul., p. 220 (1848) sunt formae uniflorae forsan hujus varietatis.

I. Britannica L. var. *β.* „Foliis angustioribus et subtus magis villosis". — Var. *angustifolia* Boenn., Prodr. flor. monast., p. 256 (1824).

Var. *rupestris* Griseb. et Schenk iter hungar. S. A. p. 337 „Foliis superioribus basi attenuata v. rotundata semiamplexicaulibus exauriculatis, capitulis duplo minoribus, involucri squamis exterioribus squarrosis a medio refractis" = *I. Britanica* var. *dichotoma* C. Koch, Plant. anatol.

Var. *β. angustifolia* Marss., Flor. Pomm., p. 237 (1869) „Foliis elongato-lineari-lanceolatis".

I. dichotoma Zuccar., Observ. bot., p. 88 (sec. DC.) = var. *dichotoma* DC., Prodr. V, p. 468? Potius mihi *I. caspia* Blume esse videtur.

ε. tomentosa.

Tota planta et involucri squamae dense tomentosae (non sericeae) scabrae; capitula mediocria (18—20—25ᵐᵐ).

Syn. *I. Britanica* var. *sublanata* Weinmann, Enum. sterp. Petrop. 1837, p. 82?

Exemplaria a cl. dom. Haussknecht prope Sihna in Persia lecta ab *I. Britannica* pilis dense adpressis tota planta eo canescente, capitulis minoribus (18—20ᵐᵐ), squamis paucis, achaenis cylindricis adpresse pilosis et glanduliferis, laciniis styli in apice dilatatis obtusis — distincta esse, videtur, sed tantummodo exemplaria pauca perspicere potui.

η. discoidea Tausch.

Ligulae absconditae minimae, erectae, flores tubulosos aequantes.

Syn. *I. Britanica* L. var. *discoidea* Tausch. in Sched. — Koch, Synops., ed. 2, p. 394 (1843). — Čelak., Prodr. Bohem., p. 225 — autore Ledeb. in Flor. ross. II, p. 507 (1845).

Var. *discoidea* Koch in Schur Enum. Transsylv., p. 315.

Exsiccatae:

Fries, Exsicc. fasc. IV, 5 (α)!; — Herb. flor. ingric. cent. VI, n. 307 (δ)!. — Heldreich, Exsicc., n. 2083 (β sub *I. Oculus Christi*)! 2468 (β)! et 2085; — Billot, n. 1229.

Area geographica:

Crescit in locis et pratis humidis, ad fossas et rivulos nec non in lapidosis, siccis praecipue lutulentis et in locis desertis planitiei et regionis collinae. Pervagata est in Europa media usque ad 61° versus polum, tantummodo Norvegia et insulis Britannicis exceptis. Deest autem in Europa australi, ut in Hispania, in Italia australi et ejusdem insulis et in Peloponneso. In Asia eadem occurrit in formis permultis saepe difficulter a proximis speciebus distinguendis, per Asiam minorem, Persiam et frequenter in locis incultis, subsalsis Asiae mediae, regionis Altaicae, Dahuriae, Sibiriae orientalis usque ad territorium Wilai, Songoriae chinensis.

Varietas α insigniter in Europa septentrionali reperitur; ε solum vidi ex Persia austro-occidentali (Sirwan prope Sihna, Dèsgird. [5800'] l. Haussknecht); η in casu posita est.

Floret:

In aestate extrema Augusto—Septembro. Biennis.

Observatio:

Ob die Schreibweise Linné's bei dieser Art eine correcte sei, wurde wiederholt angezweifelt. Bald schrieb man *Britannica* wie Linné, bald nach De Candolle *Britanica*, und letztere Schreibweise bürgerte sich mit der Zeit vollkommen ein. Unrichtig war es aber jedenfalls, *Brittanica* oder *Brittannica* zu schreiben, wie auch, dass viele deutsche Botaniker dieses Wort kurzweg mit englisch oder britisch übersetzten. Um nun die richtige Schreibweise herauszufinden, war es nothwendig, auf die Quellenwerke Linné's zurückzugehen und namentlich die Synonyme seiner *Inula Britannica* zu prüfen. Sein erstes Synonym ist nun *Conyzis affinis* Bauh. pin. 265. Blättern wir in *C. Bauhinus Pinax* (1623) nach, so finden wir auf p. 265 mehrere weitere Angaben. Da wird *Britannica Gesneri et Lugd.*, Ad. L'Ob. ico., ferner *Britannica vera Dalechampii*, *Lugd.* und *Bellis lutea Dalech. Lugd.* der *Conyzis affinis* beigesellt. — L'Obel führt in der That unsere Pflanze in seinen „Adversarior", p. 221 (1576) und „Plant. icon.", p. 292 (1581) als ein Kraut unter dem Namen „*Britannica Gesneri et Lugdunensium*" auf und fügt auch eine misslungene, dennoch der Natur annähernde Abbildung derselben bei Es muss danach also schon Gesner die *Britannica* genannte Pflanze mit unserer Pflanze identificirt haben. Ich konnte leider diese Stelle nicht auffinden, doch sei bemerkt, dass er noch in seinem Werke „Horti german. liber primum editus (1560), 254/2 eine *Cochlearia* (Löffelkraut) darunter verstand.

Erst bei Dalechamp findet man die nöthige Aufklärung. In seinem Werke „Histor. generalis plant. (ed. G. Rouillius), das 1587 erschien, finden sich am Anfange des Cap. LXVI., p. 1081, folgende Worte: „*Britanica vera Dalechampii* — ejusque quae Graecis βρετάνικη, Latinis etiam Britanica nominatur, breuis est apud Dioscoridem historia; folia habet, inquit....." Er beruft sich also auf *Dioscorides* und schreibt den Namen unserer Pflanze nur mit einem *n*. — Unrichtigerweise! Ein Blick in „Dioscorides mat. medic." lib. IV, cap. 2 (Ausgabe von Sprengel I, p. 505 et comment. II, p. 570) genügt, um die Zweifel der Schreibart zu lösen, denn es heisst daselbst: „κεφ. β' (περὶ Βρεταννικῆς) Βρεταννικὴ ἢ βεττονικὴ .....". Dass darunter nicht unsere *Inula Britannica* zu verstehen ist, dürfte wohl sicher sein. Eine ganze Reihe von Pflanzen ward, da die Beschreibung nicht genügte, mit der Zeit als *herba Britannica Dioscorides* verstanden und A. Munting schrieb über dieses Kraut allein ein dickes Buch mit 231 Seiten (de vera antiqu. *herba Britannica* 1681), worin namentlich Rumexarten als solche behandelt und eine unserem *Rumex nemorosus* ähnlich sehende Pflanze als die wahre *Britannica* dargestellt wird. *Bellis lutea* Dalechamp l. c. p. 1394 ist nur eine weniger und

schmäler beblätterte Form unserer Pflanze, wohl zusammenfallend mit der Varietät; β Linné's l. c.: „*Conyza aquatica* asteris flore aureo C. Bauhin pinax, p. 266.

Das zweite Citat Linné's gibt uns nur über die Pflanze, weniger in Bezug auf den Namen Aufschluss; es ist unsere Pflanze daselbst als *Conyza palustris* repens *Britannica* dicta angeführt. (Moris. Hist. III., p. 113, t. 19, fig. 8).

Aus dem den Alanten nahestehenden Genus *Pulicaria* sieht die *Pulicaria dysenterica* (L) der *Inula Britannica* höchst ähnlich. Der kriechende, mit fleischigen Ausläufern besetzte Wurzelstock, die viel breiteren am Grunde geöhrelten fast pfeilförmigen, unterseits dicht graufilzigen, gleichmässig von der Spitze bis zu den Öhrchen gezähnten Blätter, sowie die viel schmäleren, fast fädlichen Hüllschuppen genügen auch ohne nähere Untersuchung des Pappus zur Auseinanderhaltung beider oft gesellig und untereinander an sumpfigen Stellen vorkommenden Arten.

Inula japonica Thunberg (Flor. japonic. p. 318 (1784). — DC. Prodr. V, p. 471; Siebold et Zuccar. Flor. jap. sect. II, p. 61), eine in der Tracht der *I. Britannica* höchst ähnliche Pflanze, die über Japan, Korea und Nordost-China zahlreich verbreitet ist, lässt sich von *I. Britannica* ausser geographisch nur schwer unterscheiden, da sie fast ebenso viele Formen aufweist. Man kann drei Formen gut beobachten:

α. *macrocephala*: Capitulis in apice ramorum longorum singulis (30mm); foliis latioribus.

β. *microcephala*: Capitulis numerosis corymbosis parvis (12—15mm); foliis saepe angustis, margine revoluto.

γ. *linariaefolia* (Turcz): Glabrescens, capitulis mediocribus (15—20mm); foliis angustis.

Als meistens zutreffende Unterscheidungsmerkmale der *I. japonica* gegenüber der *I. Britannica* können angeführt werden: die zweifärbigen, unterseits meist dicht behaarten Blätter, die nach Innen an Grösse zunehmenden Hüllschuppen, die abgestutzten Narbenlappen und (bei α und β) die dichtere, gleichmässigere, mehr filzige Behaarung des Stengels, die stärkere Verwachsung der Pappusstrahlen; ferner sind als nicht immer vorhandene Unterscheidungsmerkmale anzuführen die am Rande umgerollten Blätter und die kleinen fast kugeligen Köpfchen (bei β).

21. XI. ***Inula caspia*** Blume.

Tota plus minus scabra rarius glabrescens; foliis lineari-lanceolatis, basi angustata sessilibus; capitulis plurimum numerosis (18—25mm); involucri squamis exterioribus anguste lanceolatis, erecto patentibus, scabris, introrsus accrescentibus.

Synonymia:

Inula caspia Blume in Ledeb., Ind. sem. hort. dorpat., p. 10 (1822). — DC., Prodr. V, p. 467. — Ledeb., Flor. ross. II. p. 507.

Inula caspica Ledeb., Select. sem. hort. Dresd. (1828).

Descriptio:

Radix nodoso-abbreviata s. breviter cylindracea, fibrillis longissimis obsito, unicaulis.

Caulis erectus, basi saepe lignosa, plus minus ramosus ramis virgato-erectis, copiose foliatus, infra subglaber supra saepe scaberrimus (20—70cm).

Folia lanceolata, succulenta; inferiora basi angustata superiora sessilia, plus minus acuminata, in margine scabro denticulis parvis obsita, utrinque breviter et scabropilosa, glabrescentia; uninervia venis obliteratis (70—80cm : 5—8mm).

Capitula numerosa longe pedunculata, singula (18—25mm).

Involucri squamae numerosae, exteriores lanceolatae scabrae, interiores sensim longiores et membranaceae, acutissimae, margine ciliato.

Ligulae squamas superantes, angustissimae, siccae spiraliter contortae; achaenia dilute fuscae, copiose pilosae (1·25mm); pappi setae numerosae.

Area geographica:

Crescit in regionibus incultis humidis subsalsis arenosis, in Asia media, Songoria chinensi (ad lacum Saisan-Nor!) et per Sibiriam occidentalem usque ad litora maris Caspici (prope Astrachan et in insulis ad fluminis Wolgae ostia).

Floret:

Aestate extrema. Annua s. biennis.

Observatio:

I. caspia ist in der Tracht der *Inula Britannica* ähnlich, unterscheidet sich jedoch alsbald durch die schmalen, einnervigen, succulenten, rauhen Blätter, deren oberste höchstens halbstengelumfassend aufsitzen, sowie durch den Mangel längerer Seidenhaare an allen Theilen und durch die viel kleineren Zungenblüthen, Trautvetter unterscheidet (in Enum. plant. songoric. fasc. II, p. 38, (1866) zwei Varietäten:

1. *typica*; Caule foliisque (exceptis rameis) fere omnino glabrato laevibus.

2. *scaberrima*: Caule magis minusve scabro; foliis fere omnibus scaberrimis et subtus strigoso-pilosis (*I. caspia* Blume, Beitr. zur Kennt. der Flor. Russl. p. 155 u. 633), die zu zahlreiche Zwischenformen aufweisen, um aufrecht gehalten werden zu können.

22. XII. *Inula Oculus Christi* Linné.

Tota albo-sericea; radice horizontaliter repente; caulibus singulis, apice ramosis; foliis oblongis s. lanceolatis, infra in petiolum angustato-decurrentibus, supra cordato-amplexicaulibus; capitulis paucis (25—50mm); involucri squamis lanceolatis, suberectis, adpresse pilosis.

Synonymia:

Inula Oculus Christi L., Spec. plant. II, p. 881 (1753); ed. 2, p. 1237. — * Jacq., Flor. austr. III, p. 13, t. 223 (optime). — Roth, Tentam. I, p. 359; II, 2, p. 325. — Willd., Spec. plant. III, p. 2090. — Baumg., Enum. transsylv. III, p. 129. — DC., Prodr. V, p. 465. — Koch, Synops., ed. 1, p. 360; ed. 2, p. 394. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 502. — * Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 14, t. 33, II. — Wulf., Flor. noric., p. 704. — Neilr., Flor. Nied.-Öst., p. 338. — Boiss., Flor. orient. III, p. 192.

Inula lanuginosa Gilib., Flor. lithuan. III, p. 206 (sec. Ledeb.) Exerc. phytolog. I, p. 169.

Inula campestris Bess., Enum. Volhyn., p. 33 et 108 (1822) = *I. Oculus Christi* L. apud M. Bieb., Flor. taur. cauc. III, p. 574 est forma foliis supra minus pilosis.

Inula montana apud Visiani, Flor. dalm. II, p. 64 vide suppl. alter. II, p. 30 (non L.).

Inula sericea Kitaib. apud Kanitz reliqu. Kit. in Verhandl. d. zool. bot. Ges. in Wien, XIII, p. 523 (1863) „foliis dentatis, sericeo-pilosis“ = *I. Oculus Christi* L.

Var. *lanigera* Boiss. apud Tchichatscheff, Asie mineure, p. 241 (1860).

Descriptio:

Caulis hypogaeus horizontaliter repens, ramosus, fibrillis numerosis obsitus; epigaeus erectus, solitarius in apice ramosus, albo-villosus, copiose foliatus (20—60cm).

Folia basalia, oblonga s. lanceolata rarius elliptica in apice rotundata s. acuminata, in petiolum angustato-decurrentia, integra v. denticulata, utrinque subtiliter glandulosa et plus minus albo sericea (9—30cm: 15—35mm); caulina decrescentia, basi cordato-sessilia, erecta.

Capitula pauca (1—3—9) magna, singula, pedicellata (25—50mm), receptaculo cavo.

Involucri squamae numerosae, exteriores basi callosae in apice foliaceae, lanceolatae suberectae, dense albosericeae; interiores sensim membranaceae, longiores acutissimae in dorso subtiliter glandulosae versus apicem saepe rubescentes, in margine ciliatae.

Ligulae squamis duplo longiores subtus glanduliferae et pilosae; Laciniae florum acutae, subtus glandulosae; achaenia parce pilis erectis bidentatis obsita (2—2·5mm); pappi setae numerosae; odor herbae adest exiguus.

Exsiccatae:

Reichenb., Exsicc., n. 1852!. — Aucher-Eloy, Herb. d'orient., n. 3185!. — Petter, Flor. dalm., n. 209!. — Orphan., Flor. graec. (1850), n. 89!. — Friedrichsth., Maced., n. 442!, 645!, 853!. — Guebh., Mold., n. 70! et n. 197. — Kotschy, Plant. syr. bor. (1862), n. 861!; iter cilic. kurd. (1859), n. 300 *(I. campestris)*! et suppl. n. 601!; Plant. mesop. (1841), n. 165! et 319! Plant. Taur. (1836), n. 305! — Parreyss, Pl. Taur., n. 821!.

Area geographica:

Crescit in locis apricis, siccis et lapidosis, inter virgulta humilia regionis montanae et in locis desertis incultisque planitiei per Europam australi-orientalem usque ad 32° (long. orient. a. Ferro) et Asiam minorem. Observata est in tota Rossia australi et media! (—53° versus polum) in Galicia, Moravia!, Austria inferiore et superiore! in provinciis illyricis!, per totam Hungariam et peninsulam balcanicam. In Asia: *Inula Oculus Christi* extendit aream geographicam per totam Asiam minorem ad Syriam borealem, Mesopotamiam (—35·5° versus polum) et Persiam borealem.

Floret:

Junio—Julio. ♃.

23. XIII. *Inula helenioides* De Candolle.

Tota albo-sericea; radice lignosa, pluricaule; caulibus apice ramosis; foliis infra ellipticis in petiolum angustato-decurrentibus, supra cordato-amplexicaulibus; capitulis paucis (35—40mm); involucri squamis anguste-lanceolatis, in apice recurvato crispo-sericeis, deinde saepe glabrescentibus.

Synonymia:

Inula helenioides DC., Flor. franç. VI, p. 470 (1815). — Duby, Botan. Gallic., I, p. 268. — DC., Prodr. V, p. 465 et var.? *flosculosa*, p. 466. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 178. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 46 et var. *adenactis* C. Schultz in Willk., Sert., p. 82, n. 536 (1852), vid. Flora 1851, p. 756.

Inula Oculus Christi (non L.) apud Lam., Encycl. III, p. 254 (1789) et suppl. III, p. 132. — Vill., Dauph. III, p. 213 (1789). — Loisel, Flor. gallic. II, p. 573. — Lapeyr., Hist. abr. Pyrén., p. 522. — DC., Flor. franç. IV, p. 148.

Inula dubia Tourr. (Timb. 1875) ex Nyman.

Descriptio:

Radix crassa, lignosa, fibrillis longis copiose tecta, pluricaulis.

Caulis erectus, 25—50cm altus, in apice ramosus, copiose foliatus uti tota pilis subsericeis albidis in basi tuberculatis dense tectus.

Folia basalia, elliptica saepe deficientia, in petiolum angustata et decurrentia, integra vel denticulata (10—20cm : 10—20mm); caulina sensim decrescentia, sessilia, cordato amplexicaulia.

Capitula pauca, petiolata, magna (35—40mm).

Involucri squamae numerosae, acutae; exteriores foliaceae, dense crispo-villosae saepius glabrescentes; interiores longiores, sensim membranaceae anguste-lineares.

Ligulae squamis duplo longiores, numerosae, subtus glandulosae; laciniae florum acutae; achaenia dilute fusca, versus apicem dense adpresse pilosa (2mm).

Exsiccatae:

Willk. iter hisp. secund., n. 432!.

Area geographica:

Crescit in rupestribus sterilibusque aridis, praecipue regionis calcareae inferioris et montanae indigena in Gallia australi! (a Saint Loup prope Montpellier ad Pyrenaeos) et in Hispania boreali-orientali! (per Catalauniam, Aragoniam et Novam Castiliam versus Madrid).

Floret:

Julio—Augusto. ♃.

Observatio:

Obwohl die beschränkte, geographische Verbreitung dieser Art einen gewichtigen Factor bei der Erkennung dieser Art abgibt, lässt sich *I. helenioides*, namentlich wenn die unteren Theile der Pflanze fehlen, nur schwer von *I. Oculus Christi* unterscheiden, da beide Pflanzen in der Tracht vollkommen einander gleichen. Die nähere Beobachtung findet jedoch einige nicht unwesentliche Unterscheidungsmerkmale. *Inula helenioides* besitzt nämlich keine kriechende Stengel, sondern eine holzige, langfaserige Wurzel, aus welcher mehrere Stengel sich abästen; die Hüllschuppen sind zahlreicher, schmäler und mit der Spitze zurückgebogen und dicht kraus, nicht wie bei *I. Oculus Christi* anliegend behaart, im Alter schwächer behaart und dicht von den Grundknötchen der Haare bedeckt.

24. XIV. *Inula montana* Linné.

Tota albo-sericea; radice lignoso, pluricaule; caulibus simplicibus; foliis inferioribus lanceolatis s. spathulatis in petiolum angustato-decurrentibus, caulinis linearibus basi angustata sessilibus; capitulis 1—2 (35—45mm).

Synonymia:

Inula montana L., Spec. plant. ed. 1, p. 884 (1753); ed. 2, p. 1241. — Lam., Encycl. III, p. 262. — Vill., Dauph. III, p. 219. — Willd., Spec. plant. III, p. 2102. — DC., Flor. franç. IV, p. 154. — Tenore, Flor. neap. II, p. 228. — Gaud., Flor. helvet. V, p. 326. — DC., Prodr. V, p. 468. — Gussone. Flor. sicul. synops. II, 1, p. 503. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 177. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 285. — * Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 14, t. 34, I, II (non bene). — Willk. et Lange, Prodr. flor. Hisp. II, p. 45.

Aster montanus All., Flor. pedem. I, p. 195 (1785).

Inula calycina Spreng., System. III, p. 521 (1826).

Inula calycina Presl, Flor. sicul., p. XXIX (1826) = *Pulicaria calycina* Presl, Delic. prag., p. 96.

I. montana L. apud Visiani, Flor. dalm. II, p. 64 (vid. suppl. alter. II, p. 30); et apud Rohrer et Mayer, Vorarb. z. Flora von Mähren, p. 177 (1835), apud Maly, Flora von Steiermark, p. 86 = *I. Oculus Christi* L.

Inula montana apud Schultes, Österr. Fl. II, p. 509 (1814) est forma *I. Britannicae* foliis angustis.

Inula montana Baumg., Enum. Transsylv. III, p. 132 = *I. hirta* L. (sec. Schenk et Griseb. iter hung., p. 337 (1852) et Fronius, Flor. von Schässburg, p. 40 (1858). — Schur, Enum. Transsylv., p. 314 (1866), sed verisimile est, cl. dom. Baumgarten eo nomine non *Inulam hirtam* (quam ab *I. montana* separavit) sed *I. Hausmanni* intellegisse, quia „folia lanceolata obtusiuscula et squamae exteriores breviores" id indicant.

Inula Bugesiaca et *argentea* Gandoger, Flor. Lyonn., p. 125 (1875). Prima est forma subviridis, secunda forma minor, albo-sericea.

Inula odora d'Urville, Enum.

Descriptio:

Radix crassa, lignosa, oblique adscendens, caespitosa, multicaulis, fibrillis longissimis obsita.

Caules erecti simplices mono-rarius dicephali sericei, foliati (12—37cm).

Folia infima conferta lanceolata rarius spathulata in petiolum angustato-decurrentia, in apice rotundata s. breviter acuminata, integra s. subserrata, supra laxe subtus insigniter in nervis longe adpresse sericea (4—10cm : 3—12mm); caulina remota valde decrescentia, erecta sublinearia basi angustato-sessilia.

Capitula speciosa (35—45mm), pedunculo sub iis incrassato.

Involucri squamae numerosae sericeae; exteriores foliaceae lineares v. subovatae, acutae vel rotundatae, apice saepe breviter recurvata; sequentes accrescentes basi callosa, intimae membranaceae acutissimae ciliatae.

Ligulae involucro duplo longiores, flavae; achaenia cylindrica, costata copiose adpresse hispida (3mm).

Exsiccatae:

Schultz, Herb. norm. cent., 1. n. 79! — Choulette, Fragm. flor. Algèr., n. 58! — Billot, n. 1498 et bis.

Area geographica:

Crescit in apricis calcareis regionis montanae: Europae australi-occidentalis; occurrit in Hispania meridionali et orientali! in Gallia australi et orientali! —48° versus polum, in Helvetia australi-occidentali, in montibus Appenninis per totam Italiam ejusque insulis, in Africa boreali (Algier)!

Floret:

Junio—Julio. ♃.

Observatio:

Inula montana wurde namentlich von Seite der österreichischen Botaniker vielfach mit *I. Oculus Christi* verwechselt. Erstere gehört jedoch dem westeuropäischen i. e. pyrenäischen Verbreitungscentrum, die letztere aber dem osteuropäisch-kaukasischen an; beide haben daher auch verschiedene Verbreitungsgebiete, die sich in der Linie des adriatischen Meeres treffen, ohne sich zu kreuzen, so dass *I. montana* nur in Italien und nicht in Dalmatien, *I. Oculus Christi* umgekehrt nur in Dalmatien und nicht in Italien ihre Standorte besitzt. Beide lassen sich übrigens leicht von einander unterscheiden; *I. montana* hat eine dicke Wurzel und rasige, zahlreiche, meist einköpfige Stengel mit verschmälert sitzenden, linearen Stengelblättern, *I. Oculus Christi* hingegen hat dünne, kriechende, unterirdische Stengeltheile mit einzeln stehenden, am Ende der von den Ersteren aufwärts gerichteten Theile befindlichen Stengeln, die meist höher am Scheitel verzweigt, mehrköpfig sind und breitere, mit herzförmig umfassender Basis sitzende Stengelblätter besitzen. Das letztgenannte Merkmal wie auch die Behaarung und grössere Dimensionen in allen Theilen kennzeichnen auch die *I. helenioides* gegenüber der *I. montana.*

Die der *I montana* in der Tracht höchst ähnliche *I. Montbretiana* DC. Prodr. VII, p. 284; Boiss., Flor. orient. III, p. 193, aus Kleinasien unterscheidet sich durch die Hüllschuppen, welche sich aus breit eiförmigem, häutigem Grunde plötzlich in das blattartige Spitzchen verkleinern. Da nur dieses letztere filzig behaart ist, die breiten, häutigen Theile der Schuppen aber spärlich bekleidet sind, erscheint das Involucrum fast nackt. In allen anderen Merkmalen ist diese Art mit *I. montana* fast identisch zu nennen.

Zu *I. montana* wurde wiederholtermassen auch die *Inula provincialis* Linné (Spec. plant. ed. 1, II, p. 844; ed. 2, p. 1241; Lamarck Encycl. III, p. 259; Willd. Spec. plant. III, p. 2102; DC. Prodr. V, p. 471), gerechnet, und würde in diesem Falle auch der Name *I. provincialis* als der früherstehende vorzuziehen sein. Linné citirt bloss die *Jacobaea rotundifolia incana* Bauh. pin. 131, Prodr. 66; Burs. VI, 127. Da jedoch auch von Bauhin im Pinax wie im Prodr. keine älteren Synonyme angeführt werden, prüfte ich die Beschreibungen bei Linné und in Bauhin's Prodromus, um sie mit jenen der *I. montana* zu vereinbaren. Doch die bei Bauhin fast runden und $1^1/_2$'' langen, bei Linné eiförmigen, bloss auf der Unterseite behaarten, stumpf gezähnten und an der Spitze stumpflichen Blätter lassen es nicht zu, woraus sich ergibt, dass uns die *I. provincialis* eine von der *I. montana* verschiedene Pflanze darstellt. Nach der Anschauung der Autoren ist nun *Senecio uniflorus* Allioni (Flor. pedem. III, t. 17, fig. 3) darunter verstanden, wiewohl der nach Linné fusshohe Stengel nicht zutrifft. Da nun nach Vitman (Summa plant. (1791) V, p. 82) *I. provincialis* sowohl mit ungetheilten, als auch gekerbten und fiederschnittigen Blättern variirt, würde auch die Abbildung des *Senecio uniflorus* bei Reichenb. fil. (Icon. XVI, t. 77, fig. IV) gut auf *Inula provincialis* anzuwenden sein. *Pulicaria odora* lässt sich jedoch wegen der ungetheilten Wurzelblätter nicht mit *I. provincialis* vereinigen.

25. XV. *Inula candida* (Linné).

Tota dense candide-tomentosa; foliis infra ovatis s. ellipticis in petiolum conspicuum angustatis; capitulis longius v. brevius pedunculatis numerosis (8—30mm), ligulis parvis saepe occultis; involucri squamis saepe reflexis, tomentosis.

Synonymia:

Conyza candida Linn., Spec. plant., ed. 1, p. 862 (1753); ed. 2, p. 1208: „foliis ovatis tomentosis, floribus confertis, pedunculis lateralibus terminalibusque."

Inula candida Cassini, Dict. sc. nat. 23, p. 551 (1826?). — DC., Prodr. V, p. 464. — Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 13, t. 31. — Vis., Flor. dalm. II, p. 63.

Descriptio:

Radix crassa lignosa, perennis, multicaulis.

Caulis simplex vel e basi ramosus (20—40cm) infra squamis ovato-triangularibus longe sericeis dense tectus, supra copiose foliatus uti tota dense candida tomentosa rarius canescens.

Folia inferiora approximata ovata s. oblonga in petiolum longum angustata et angustissime decurrentibus, in apice rotundata, integerrima vel obtuse serrata (4—10cm : 1·5—4cm); caulina remota, decrescentia, brevius petiolata oblonga s. lanceolata rarius cuneata.

Capitula semiglobosa, solitaria s. geminata, axillaria in ramis abbreviatis terminalia (8—20—30mm).

Involucri squamae exteriores ad apicem spathulatae in apice rotundatae, dense candido-tomentosae saepe reflexae; interiores lineares sensim membranaceae, acuminatae extus laxe lanuginosae, intus glabrae

Ligulae uniseriales involucro longiores v. minores semitubulosae; flores tubulosae numerosae, laciniis extus glanduliferis; achaenia costata parce inprimis versus apicem pilosa, pilis in apice bifidis; pappi setae paucae in apice curvatae, corolla breviores.

Variat.:

α. ***verbascifolia*** (Willdenow).

Candide-tomentosa; folia subcrenato-serrata, acutiuscula, nervis subtus tomento suboccultis, indistinctis.

Syn. * *Aster tomentosus luteus verbascifolius* Boccone, Icon. et descr. rar. plant. Sicil., p. 60, t. 31, fig. II (1674).

Conyza candida L. (p. p.) l. c. — * Trattinick, Arch. d. Gewächsk., t. 66. — Sibth., Flor. graec., t. 864. (Forma involucri squamis suberectis capitulis subsessilibus axillaribus).

Conyza verbascifolia Willd., Spec. plant. III, p. 1924 (1800) et Host, Flor. austr. II, p. 469.

* *Inula candida* Ten., Flor. neap. II, p. 210, t. 76 (1820).

I. candida Tausch in Flora 1829, p. 66.

I. candida Cass. var. *α verbascifolia* DC., Prodr. V, p. 464. — Reichenb. fil., Icon. l. c. t. 31, fig. II.

I. heterolepis Boiss., Diagn., ser. 2, n. 3, p. 12; — Flor. orient. III, p. 197. (!) Est forma magis ramosa, polycephala, foliis minoribus.

I. candida (L.) in Boiss., Flor. orient. III, p. 196.

I. fragilis Boiss. et Haussk., Flor. orient. III, p. 197 = *I. axillaris* Haussk. in Exsicc. (!) Est forma caulibus subsimplicibus, oligocephalis.

I. oxylepis Schultz, Bip., Herb. (sec. Nyman).

β. ***limonifolia*** (Sibthorp et Smith).

Candide-tomentosa rarius subcanescens; folia basalia integerrima, obtusa nervis subtus tomento sub occultis indistinctis.

Syn. *Conyza candida* L. apud Lam., Encycl. II, p. 86 (1790). — Willd., Spec. plant. III, p. 1923 „foliis elliptico oblongis integerrimis". — * Ten., Flor. neap. II, t. 76. — Wulf., Flor. noric., p. 694.

Conyza limonifolia Sibth. et Smith, Flor. graec. prodr. II, p. 174 (1813); — Flor. graec., t. 865 (1837) est forma capitulis pedunculatis, involucri squamis recurvatis. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 176. — Boiss., Flor. orient. III, p. 198.

I. candida Cass. var. *β. limonifolia* DC., Prodr. V, p. 464. — Reichenb. fil., Icon. l. c. t. 31, fig. III.

I. cretica Schultz, Bip., Herb. (sec. Nyman).

γ. ***canescens.***

Minus tomentosa, canescens; folia acuminata s. rotundata, integra s. crenata, nervorum reticulo subtus prominente bene conspicuo.

Syn. *Inula multicaulis* Boiss., Diagn., ser. 1, n. 4, p. 3. Forma cinerea subflavescens, foliis basalibus minoribus (4—5cm)' crenatis densis, caulibus ramosis, capitulis minimis (8—10mm) longe pedunculatis (!).

I. anatolica Boiss., Diagn., ser. 1, n. 11, p. 6; — Flor. orient. III, p. 197. Forma cinerea caulibus numerosis, dense caespitosis, ramosis; capitulis numerosis majoribus (15mm) longe pedunculatis (!).

I. parnassica Boiss. et Heldr., Diagn., ser. 2, n. 3, p. 11 = *I. candida β. radiata* Boiss., Flor. orient. III, p. 196. Forma subalbo tomentosa, caulibus caespitosis pauciramosis, capitulis paucis, magnis (—22mm), ligulis parvis, pedunculis longis patentibus. (!).

I. Aschersoniana Janka in Öst. botan. Zeit. 1872, p. 179; — Boiss., Flor. orient. III, p. 196 = *Conyza verbascifolia* Friv. in Exsicc. conf. — Uechtritz in Öst. botan. Zeit. 1873, p. 2. Est forma caulibus paucis subsimplicibus, capitulis magnis radiatis (20mm) breviter pedunculatis in apice caulis conglomeratis (!).

Exsiccatae:

Petter, Flor. dalm., n. 109 (forma inter α et β)!; Exsicc. Spalat., n. 283 (β)!. — Orphan., Flor. graec. exsicc., n. 788 (α)! et n. 343 *(I. parnassica)*!. — Aucher, Eloy. herb. d'Orient. n. 3078 (β)! et 3076 bis (α)! — Balansa, Plant. d'Orient. 1854, n. 246 *(I. heterolepis = α)*! — Heldr., Herb. norm., n. 49 *(I. parnassica)*!, n. 465; Herb., n. 2207 (α)!, n. 2710 *(I. parnassica)*!. — Bourgeau, Plant. Lyc. 1860, n. 154 *(I. heterolepis = α)*!. — Friedrichsth., Plant. Maced., n. 642 (α)!, n. 1145 (α et β)!; — Plant. graec., n. 728 (γ)!. — Kotschy, Iter cilic. in Bulgardagh, n. 199 *(I. anatolica)*!. — Haussk., Iter syriac. arm. 1865 *(I. fragilis = α)*!.

Area geographica:

Crescit ad rupes calcareos et in fissuris murorum regionis calidae montanae, rarius subalpinae in Europa orientali-australi, in Dalmatia usque ad insulas Cherso et Arbe et regiones circa Carlopago Croatiae (45° versus polum)!, in monte Gargano Italiae et in Sicilia?, in Macedonia!, Thracia (*I. Aschersoniana* inter Kazanlik et Kalofer [42° 45′] [l. Janka!]), Thessalia! in tota peninsula et insulis Graeciae! nec non in insulis Creta! et Rhodos; passim occurrit in tota Asia minore! usque ad Armeniam rossicam et montes Libani australis (33° 20′).

Floret:

Junio—Augusto. ♃.

Observatio:

Bekanntlich wurde diese durch die weisse, filzige Behaarung auffallende Art wegen der meist kleinen Zungenblüten zu den *Conyza*-Arten gestellt; Cassini in Dict. sc. nat. (1826?), Tausch in Flora 1829, p. 66, Lessing in Linnaea 1831, p. 135, erkannten jedoch bei genauerer Untersuchung, dass Linné's *Conyza candida* wegen der geschwänzten Staubbeutel zu den *Inula*-Arten gehöre, und reihten sie richtigen Ortes ein.

So leicht diese Art von allen anderen Arten unterschieden werden kann, so schwierig ist es, die zahlreichen von Boissier aufgestellten Arten von unserer Pflanze abzutrennen und mit guten Unterscheidungsmerkmalen zu versehen. Boissier ging aber in der Aufstellung seiner „novae species" zu weit. Ich suchte mit vieler Mühe seine neuen Arten nach seinen eigenen Exemplaren zu charakterisiren und aufrecht zu erhalten, doch trotz den eingehendsten Untersuchungen kam ich zur Überzeugung, dass alle vorher in der Synonymie angeführten Arten ihren Platz richtig zugewiesen bekamen. Bei dem zahlreichen Materiale, das ich von *I. candida* sah, wäre es mir ein Leichtes gewesen, noch ein Paar solcher neuer Arten zu fabriciren. Da aber *I. candida* wie überhaupt alle Felsenpflanzen je nach dem Standorte nur eine unregelmässige, zeitweilige Wasseraufnahme besitzen, erklären sich die zahlreichen Verschiedenheiten in der Bekleidung, Grösse und Üppigkeit der Blätter wie des Stengels, im Blütenstande und in der Grösse der Köpfchen, die wieder bald mit oder ohne bemerkbare Zungenblüten erscheinen. Es ergeben sich natürlich auch Unterschiede in der Grösse der äusseren Hüllschuppen und in der Länge der Blütenstiele, denen man doch nicht specifischen Werth beilegen kann.

26. *Inula Portenschlagii*

(candida × vulgaris).

Tota molliter tomentosa; caule subsimplice; foliis longe acuminatis serratis, caulinis in petiolum acuminatis; capitulis binis, glomeratis foliis longis suffultis (19^{mm}); squamis involucri erectis tomentosis.

Descriptio:

Radix deest.

Caulis erectus, foliatus sicut tota tomentosa (32^{cm}).

Folia basalia desunt; caulina elliptica, in petiolum angustato-decurrentia, longe acuminata, serrata, utrinque dense tomentosa, velutino-mollia (7·5—11^{cm}:20—21^{mm}), venis numerosis, subtus prominentibus.

Capitula ad apicem ramulorum, foliis longioribus suffultorum, breviter pedunculata, bina, glomerata (19^{mm}).

Involucri squamae numerosae, exteriores erectae lanceolatae, acutae dense tomentosae; sequentes accrescentes sensim membranaceae apice et margine ciliato.

Ligulae paucae, squamas breviter (4^{mm}) superantes aureae; laciniae florum acutae, subtus glandulosae; achaenia costata, dilute fusca in parte superiore pilosa ($2 \cdot 5^{mm}$); pappi setae numerosae basi breviter coalitae.

Area geographica:

Exemplar unicum vidi in herb. Portenschlag, conservatum in museo palatino Vindobonensi, sub nomine *Conyza verbascifolia*; patria ignota an Sicilia?

Observatio:

Vorliegende Pflanze behauptet eine solche Mittelstellung zwischen der folgenden *Inula vulgaris* und der *Inula candida*, dass man sie wohl als eine Hybride zwischen denselben ansehen könnte. Die Weichfilzigkeit aller Theile lässt die Muthmassung einer Beimengung der Ersteren zu, während die Tracht zur Letztgenannten hinweist. Von *Inula candida* ist sie unterschieden durch weichen, sammtartigen, gegen die Köpfchenstiele fast filzigzottigen Uberzug aller Theile, durch die langzugespitzten, gleichfärbigen, gesägten Blätter, durch aufrechte und etwas anders gestaltete Hüllschuppen, während *I. candida* einen dicht anliegenden weissen Filz in allen Theilen der Pflanze oder doch wenigstens am Stengel und auf der Unterseite der Blätter besitzt, ferner weniger zugespitzte, an der Spitze fast abgerundete und fast ganzrandige Stengelblätter und weissfilzige, zurückgekrümmte, äussere Hüllschuppen aufweist. Gegenüber der *I. vulgaris* genügen die grösseren, strahlenden Köpfchen, die beiderseits dichtfilzigen, gegen den Grund lang verschmälerten Blätter zur Unterscheidung.

27. *Inula intermixta* J. Kerner

(*subvulgaris* × *Oculus Christi*).

Tota molliter tomentosa; caule plurimum e medio ramoso; foliis infra in petiolum attenuato-decurrentibus, caulinis basi angustata subamplexicaulibus; capitulis conspicue pedunculatis, plurimum singulis (20—27^{mm}), involucri squamis erectis; achaeniis 2^{mm} longis.

Synonymia:

Inula intermixta (*subconyza* × *Oculus Christi*) J. Kerner in Öst. botan. Zeit. 1875, p. 382. — Henn. in Flora 1879, p. 347. — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.

Descriptio:

Radix cylindracea, obliqua rarius subrepens.

Caules plures erecti plurimum e medio ramosi, foliati sicut tota dense molliter tomentosi supra canovillosi ($30—50^{cm}$).

Folia basalia florescentia deficientia sicut caulina inferiora lanceolata s. ovata in petiolum attenuata longe acuminata, serrata; superiora sensim decrescentia, basi angustato-sessilia, caulem subamplectentia integra (media $6—12^{cm}:15—30^{mm}$).

Capitula in apice ramorum singula s. ternata conspicue pedunculata ($20—22—27^{mm}$).

Involucri squamae numerosae erectae exteriores lanceolatae foliaceae, sequentes in basi membranaceae in apice foliaceo lanceolatae tomentosae; intimae accrescentes membranaceae, margine ciliato, stramineae, nervo medio viridi, apice saepe rubescente.

Ligulae numerosae squamas $4—5^{mm}$ superantes aureae; laciniae florum breves acutae; achaenia adpresse pilosa saepissime corrugata, dilute fusca (2^{mm}).

Area geographica:

Planta certissime hybrida inter parentes reperta est in collibus siccis calcareis Austriae inferioris: {Ad Steinaweg prope Mautern! (J. Kerner), in monte Richtberg prope Hardegg! (Oborny) in declivibus prope Vöslau! (Heimerl), in valle Kienthal montis Anninger (Kolbe), in pratis horti botanici Vindobonensis! (Beck)}.

Floret:

Junio, Julio una cum *I. Oculus Christi*, ante *I. vulgarem*. ♃.

Observatio:

Nach Heimerl (in Verh. der zool. bot. Ges. 1881, p. 179) unterliegt die Länge der Strahlblüthen einigen Schwankungen und finden sich auch Formen vor, welche durch grössere Anzahl von Köpfchen (11) mit kleineren Zungenblüthen eine Annäherung an *I. vulgaris* zeigen.

28. *Inula suaveolens* Jacquin

(super vulgaris × Oculus Christi).

Tota molliter tomentosa; caule singulo e medio corymboso; foliis infra in petiolum attenuato-decurrentibus, caulinis angustato-sessilibus; capitulis plurimum ternatis et congregatis (28—35mm); squamis involucri in apice foliaceo recurvatis; achaeniis 3mm longis.

Synonymia:

* *Inula suaveolens* Jacq. in Hort. botan. Vindob. III, p. 29, t. 51 (1776). — Lam., Encycl. suppl. III, p. 153. — Ait., Hort. Kew. III, p. 224. — Willd., Spec. plant. III, p. 2099. — DC., Prodr., V, p. 464. — Koch, Synops., ed. 1, p. 360; ed. 2, p. 394. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 14, t. 31, fig. 1. — *(I. super Conyza — Oculus Christi)* J. Kerner in Öst. botan. Zeit. 1875, p. 386. — Focke, Pflanzenmischl., p. 195.

Inula suaveolens Ait. in DC., Flor. franç. VI, p. 471; false qnia Ait. l. c. autorem *Inulae suaveolentis* cl. dom. Jacquin significavit.

Inula mollis Link in Enum. hort. Berol. II, p. 335 (1822): „foliis lanceolatis acutis serrulatis hirtis, phyllis calycinis lanceolatis extinus reflexis; caulis erectus, tenuis tomentosus; folia radicalia basi in petiolum attenuata serrulata, caulina attenuata sessilia integerrima, omnia breviter acuta molliuscule hirta. Flos magnitudine *I. calycinae*, sed radii multo breviores inferiores altiores".

Inula mollis Wender., Hort. Marburg sec. Flora 1833, p. 125.

Descriptio:

Radix cylindracea, nodosa, fibrillis longis obsita, multicaulis.

Caulis plurimum e medio multiramosus corymbosus dense tomentoso-villosus, foliatus. (50cm et ultra).

Folia basalia elliptica, in petiolum angustato-decurrentia acuminata in margine denticulis callosis obsita; caulina sensim decrescentia, elliptica vel ovata, basi angustata sessilia; summa lanceolata utrinque canotomentosa (media 45—80mm : 15—30mm, basalia 35—45mm lata).

Capitula numerosa in apice ramorum plurimum ternata, breviter pedunculata vel pedunculis deficientibus saepe glomerata, magna (28—30—35mm).

Involucri squamae exteriores foliaceae recurvatae; sequentes e basi membranaceo in apice foliaceae ovatae acutae recurvatae tomentosae, intimae accrescentes membranaceae acutae, ciliatae, apice purpurascente.

Ligulae squamas 3—4mm superantes, lutei; laciniae florum tubulosorum breves, acutae; achaenia fusca, costata adpresse pilosa (3mm)

Herba suaveolens.

Area geographica:

Solum vidi specimina originalia a cl. dom. *Jaquin* in horto botanico Vindobonensi olim culta.

Floret:

Julio, Augusto. ♃?

Observatio:

I. suaveolens weicht von vorhergenanntem Bastarte durch üppigeren, kräftigeren Wuchs, durch grössere zahlreichere, doldentraubig stehende Köpfchen mit zurückgekrümmten, äusseren Hüllschuppen und grössere Achenen ab. Ferner sind die oberen Stengelblätter nicht fast stengelumfassend, sondern sitzen mit verschmälertem Grunde auf.

Beide Hybriden lassen sich von *I. Oculus Christi* durch die graue, filzige Bekleidung aller Theile, durch mehr verästelten Stengel mit kleineren Köpfchen und kürzeren Strahlblüthen und durch die nicht kriechenden, unterirdischen Stengeltheile gleich unterscheiden. *Inula vulgaris* steht jedoch beiden ferner durch die kleinen, strahllosen, mehr geknäuelten Köpfchen und kurz gestielten, oberen Stengelblätter.

Inula suaveolens wird auch bei Monfalcone und Duino (nach Suffren) wachsend angegeben, wo sie jedoch in neuerer Zeit nicht gefunden wurde. Auch bleibt es zweifelhaft, ob nicht *Inula intermixta* darunter verstanden ist.

Auch wird unsere Pflanze in Lange, Pugill. plant. hisp. II, p. 117; Amo, Flor. fanerog. España IV, p. 137 (1872) und in Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 43 in collibus calcareis prope Encinillas in Veteri-Castelli angeführt. *I. suaveolens* ist jedoch ein Bastart zwischen *I. vulgaris* und *I. Oculus Christi*. Da nun Letztere in Spanien nicht vorkommt, sondern nur durch *I. montana* und *I. helenioides* vertreten wird, so dürfte die *Inula suaveolens* der spanischen Autoren der Bastart einer der letztgenannten Alante (wahrscheinlich der *I. montana* mit *I. vulgaris* sein, der vielleicht, wenn sich voraussichtlich genügende Unterschiede zwischen so ähnlichen Arten ergeben, als I. *Langeana* zu bezeichnen wäre.

Gleicher Anschauung bin ich auch bezüglich der *Inula suaveolens* bei Mutel, Flor. franç. II, p. 131 (1835) die nach ihm bei Nyons und Nimes vorkommen soll.

Subsectio 2. BREVILIGULATAE.

Ligulae parvae, subtubulosae, flores tubulosos longitudine aequantes. Herbae biennes.

Syn. Subgenus *Pseudo-Conyza* Cosson et Germain, Flor. Paris, II, p. 413 (1845), ed. 2, p. 509 p. p.; — Gren., Flor. jurass., p. 425 (1865). — Sectio *Conyzoides* Kirschleger, Flor. voges. rhen. (1870), p. 342.

29. XVI. *Inula vulgaris* (Lamarck.)

Tota molliter tomentosa; foliis elliptico-lanceolatis in petiolum angustatis, caulinis basi angustata sessilibus; capitulis numerosissimis cylindraceis; involucri squamis tomentosis interioribus saepe rubescentibus.

Synonymia:

Conyza squarrosa L., Spec. plant., ed. 1, II, p. 861 (1753); ed. 2, p. 1205. — Scop., Flor. carn. ed. 2, II, p. 154; — *Flor. danic., t. 622. — Roth, Tentam. I, p. 353; II, 2, p. 309. — Lam., Encycl. II, p. 82 (1790). — Vill., Dauph. III, p. 185 — Willd., Spec. plant. III, p. 1918; — Flor. der Wetterau III, p. 188. — *Dreves, Choix de plantes III, t. 56 (male). — *Sowerby, Engl. botan. XVII, n. 1195. — Sibth. et Smith, Prodr. II, p. 173. — DC., Flor. franç. IV, p. 139. — Ten., Flor. napol. II, p. 209. — Wimm. et Grab., Flor. sil. II, p. 132. — Gaud., Flor. helv. V, p. 261. — Koch, Synops., ed. 1, p. 361. — Moris, Flor. sard. II, p. 371. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 175. — Schur, Enum. Transsylv., p. 315.

Conyza vulgaris Lam., Flor. franç. II, p. 73 (1778).

Conyza squarrosa All., Flor. pedem. I, p. 175 (1785).

Erigeron squarrosum Clairv., Herb. val., p. 243 (sec. DC.).

Inula Conyza DC., Prodr. V, p. 464 (1836). — Koch, Synops., ed. 2, p. 394. — *Dietr., Flor. boruss. XI, p. 772. — Vis., Flor. dalm., II, p. 61. — Ledeb., Flor. ross., II, p. 501. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 174. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 13, t. 32, II. — Neilr., Flor. von Nied.-Öst., p. 337. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 43. — Čelak., Prodr. flor. Bohem., p. 224. — Garke, Flor. Deutschl., p. 199.

Aster Conyzae Griesselich, Kleine botan. Schrift, p. 122 (1836).

Inula vulgaris Trevisan, Flor. Eugan. (1842), p. 29.

Descriptio:

Radix cylindracea, lignosa nodosa vel napiforme fibrillis longis obsita.

Caulis erectus, in apice corymbosus s. subpaniculatus, pubescens v. tomentosus, foliatus (40—100cm).

Folia elliptica s. lanceolata, acuminata; inferiora in petiolum angustato-decurrentia; superiora basi breviter angustata subsessilia, repanda v. breviter serrata, utrinque pubescentia s. tomentosa rarius supra glabrescentia (9—15cm:2—6cm).

Capitula numerosissima breviter pedunculata s. glomerata, cylindraceae parva (10—11mm longa et lata).

Involucri squamae exteriores lanceolatae, basi membranacea, in apice foliaceo paulum recurvato subtiliter glandulosae et plus minus pilosae, sequentes scariosae erectae accrescentes acuminatae stramineae v. in apice rubescentes, nervo medio viridi.

Ligulae occultae parvae erectae subtubulosae, flores tubulosos aequantes; corollae aureae laciniis breviter acuminatis; achaenia cylindracea, in parte superiore breviter adpresse pilosa (2·5mm); pappi setae in basi plus minus irregulariter connatae.

Exsiccatae:

Kotschy, Iter cilic., n. 334!. — Friedrichsth., Maced., n. 1127!. — Petter, Exsicc. Spalat., n. 285*!. — Fries, Exsicc. fasc. XVI, n. 6!. — Willk., Iter I, n. 292!. — Bourg., Pyr. hisp., n. 243. — Billot, n. 2090.

Area geographica:

Crescit in locis apricis saxosis siccis et herbosis, inter virgulta et in silvis minus obscuris et ad agrorum margines regionis montanae et planitiei per totam Europam mediam et australem —57° versus polum. Deest autem in insulis Seeland et Laaland, in Hibernia et Scotia. In regionibus australibus et in Asia minore usque ad Persiam! minus frequens occurit.

Floret:

Julio—Augusto. Biennis.

Observatio:

Inula vulgaris ist eine in ihren Hauptmerkmalen constant bleibende Pflanze, die erst im zweiten Jahre zur Blüthe gelangt und dann meistens abstirbt.

Sie ändert nur ab in der Grösse der Blätter und in der Form des Blüthenstandes, welche Verschiedenheiten durch das Entfernen oder Aneinanderdrängen der Köpfchen bedingt werden. Die Farbe der inneren Hüllschuppen ist bald ganz strohgelb, bald gegen die Spitze roth oder violett überlaufen.

30. XVII. *Inula thapsoides* (Marschall v. Bieberstein).

Tota molliter tomentosa v. villosa; foliis caulinis ovato-ellipticis late longeque decurrentibus; capitulis numerosis cylindraceis foliis superioribus subinvolucratis; involucri squamis dense pilosis; laciniis florum subtus et glandulosis et setosis.

Synonymia:

Conyza thapsoides M. Bieb., Flor. taur. cauc. II, p. 304; III, p. 569. — Willd., Spec. plant. III, p. 1949 = var. *Biebersteinii* DC., Prodr. V, p. 465.

Inula thapsoides Spreng., Index sem. horti Halensis (1810), p. 16: „foliis semidecurrentibus oblongis repandis utrinque tomentosis; calycis sessilibus subcorymbosis dense tomentosis — nec Conyza esse potest ob flores radiales lingulatos latiusculos; cetero antherae bisetae sunt"; — *pugillus* 1, p. 58, n. 100 (1813). In opere ejusdem Systema vegetab. III (1826). Poiret autor plantae nostrae significatur. — Var. *Sprengelii* DC. conf. Schultes, Österr. Flora (1814), p. 488.

Inula verbascifolia Poir. in Lam., Encycl. suppl. III, p. 154 (1813) = var. *Poirettii* DC.

Inula thapsoides DC., Prodr. V, p. 464 et var. (1836). — *Reichenb. pat., Icon. IV, p. 36, fig. 528. — Ledeb., Flor. ross. II, p. 502.

Descriptio:

Radix crassa, lignosa, fibrillis longis obsita.

Caulix erectus, versus basim sublignosus, superne ramosus, villosus, copiose foliatus (25—40cm, culta —70cm ramis divaricatis).

Folia basalia ovata s. lanceolata, rotundato-acuminata, in petiolum brevem angustato-decurrentia serrata utrinque plus minus molliter villosa (24—30cm:6—8cm); caulina sensim decrescentia ovata v. elliptica, breviter acuminata v. subobtusa serrulata sessilia, ad basim angustata et late decurrentia.

Capitula numerosa in apice ramorum breviter pedunculata, aggregata, foliis superioribus subinvolucrata, cylindracea (8—12mm).

Ligulae erectae inaequaliter tridentatae subtus setosae; flores tubulosi eas aequantes, laciniis subtus glandulosis et setosis; setis maxima parte bene conspicuis; achaenia costata in parte superiore brevissime pilosa, dilute fusca (2—3^{mm}). Pappi setae basi concretae corollis longiores.

Exsiccatae:

Aucher, Eloy. herb., n. 2735!. — Pichler, Flor. rum.-bith., n. 155!.

Area geographica:

Indigena est in regionibus Caucasi septentrionalis! et etiam in Olympo Bithynico et monte Kitirlidagh prope Brussa! — Eadem propter herbae odorem aromaticum in hortos Europaeos introducta nunc ex iis facillime silvescit et subspontanea occurrit.

Floret:

Julio—Septemb. Biennis.

Observatio:

De Candolle unterscheidet in seinem Prodromus drei Varitäten von unserer Pflanze, die sich auf die Stärke der Bekleidung und die Länge des herablaufenden Theiles der Blätter gründen.

Inula thapsoides ist jedoch eine Pflanze, die in Gärten betreffs der Behaarung ausserordentlich schwankt, und auf Grund solcher Gartenformen hat DC. seine Varietäten aufgestellt. Jedenfalls fallen seine zwei letzten Varietäten β. *Poiretii* und γ. *Biebersteinii* zusammen, da sich die Grenze einer dichteren und schwächeren Behaarung nicht recht auffinden lässt. Die Pflanze von Bithynien ist fast dichtzottig zu nennen, die Pflanze vom Caucasus bald mehr, bald minder dicht- und kurzbehaart; im Blüthenstande, in den Köpfchen und anderen Merkmalen sucht man jedoch vergebens Unterschiede. In der Natur ist unsere Pflanze meist an der Spitze doldentraubig, die Köpfchen sind meist zu einem Knäuel zusammengedrängt, in Cultur bilden sich aber meist paarige Äste aus, die der Pflanze alsbald eine ganz andere Tracht verleihen. Bezüglich der Länge der Strahlblüthen fand ich keine Schwankungen, sie sind stets versteckt.

31. *Inula setigera*

(bifrons × thapsoides).

Caule piloso; foliis caulinis oblongis, longe decurrentibus, subtus pilosis, supra scabris v. glabrescentibus; capitulis numerosis cylindraceis foliis superioribus subinvolucratis; involucri squamis hispidis; laciniis florum subtus et pilosis et glandulosis.

Descriptio:

Radix ....

Caulis erectus apice ramosus copiose foliatus (30^{cm}).

Folia basalia magna (32—35^{cm}: 9—11^{cm}) apice rotundata in petiolum lamina breviorem angustato-decurrentia, in margine undulata s. subintegra utrinque pilis brevibus scabra, supra saepe glabrescentia; caulina multo minora oblonga, acuminata sessilia, basi plus minus alaeformiter decurrentia glandulis minimis et pilis setiformibus plus minus utrinque tecta.

Capitula breviter pedicellata plus minus in apice ramorum gregata cylindracea, numerosa, saepe foliis supremis involucrata (10—11^{mm} longa). Involucri squamae exteriores apice foliaceae hispidae, interiores membranaceae stramineae multo accrescentes ciliatae.

Ligulae involucrum paulum (3^{mm}) superantes, subtus glandulosae et setosae. Flores tubulosi, laciniis acutis subtus glandulosis et setosis, tubo pilis longis articulatis obsito. Achaenia cylindracea apice breviter pilosa (2^{mm}). Pappi setae corolla breviores.

Area geographica:

Exemplaria duo vidi in herbario Fenzl conservato in museo palatino Vindobonensi, probabiliter in horto botanico Vindobonensi orta.

Floret:

Augusto.

Observatio:

I. setigera unterscheidet sich von *Inula thapsoides* durch die auf der Oberseite fast kahlen und rauhen (nicht weichhaarigen) Blätter und Stengel, durch grössere Strahlblüthen und kleinere zahlreichere Stengelblätter, von *I. bifrons* hingegen, der sie in der Tracht höchst ähnlich sieht, durch stärkere Behaarung der oberen Theile der Stengel, der Unterseite der Blätter und insbesondere der Hüllschuppen, ferner durch die gewimperten Blumenkronen.

32. XVIII. *Inula bifrons* Linné.

Caule et foliis scabris v. parce setosis; foliis caulinis ovatis v. ellipticis, longe decurrentibus; capitulis numerosis cylindraceis foliis subinvolucratis; squamis involucri subtiliter glandulosis, margine et apice ciliatis; laciniis florum subtus glandulosis.

Synonymia:

Inula bifrons L., Spec. plant., ed. 2, II, p. 1236 (1763). — Lam., Encycl. III, p. 262. — Willd., Spec. plant. III, p. 2103. — DC., Flor. franç. IV, p. 155. — *Reichenb. pat., Icon. IV, p. 36, fig. 527. — DC., Prodr. V, p. 465. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 174. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 269. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 13, t. 32, I.

Conyza bifrons Gouan., Hort. reg., p. 436 (1762), citato Linnéo sp. 861.

Inula glomeriflora Lam., Flor. franç. II, p. 150 (1778).

Aster bifrons All., Flor. pedem. I, p. 197 (1785).

Aster decurrens Moench., Suppl. ad method. plant., p. 251 (1802).

Inula glabra Besser, Hort. Crem. (ex Reichenb. pat. l. c.) = *Conyza alata* Baumg., Enum. Transsylv. III, p. 102.

Conyza asteroides et *Wulfenii* Host., Herb. (!).

Inula bifrons var. *pubescens* Rochel (ubi?) est forma caule sub capitulis pilosiore.

Descriptio:

Radix oblique ascendens vel subpaliformis lignosa, fibrillis longis obsita.

Caulis erectus, basi lignosus in apice ramosus, copiose foliatus scaber vel parce setosus ($30—80^{cm}$).

Folia basalia et inferiora oblonga in petiolum longum attenuato-decurrentia, acuminata vel subrotundata, breviter crenato-serrata rarius integra utrinque plus minus scabra rarius setosa ($20—35^{cm}:4—10^{cm}$); caulina decrescentia, ovata s. elliptica apice rotundato-acuminata rarius rotundata, sessilia, lamina alaeformiter decurrente serrulata.

Capitula numerosissima in apice ramorum breviter pedunculata, trina vel pluria aggregata, cylindracea ($9—12^{mm}$.)

Involucri squamae exteriores in apice foliaceo paulum recurvatae, interiores multo accrescentes, membranaceae, acutae, omnes subtiliter glandulosae et in margine apiceque ciliatae stramineae.

Ligulae paucae suberectae flores tubulosos aequantes; laciniae subtus glandulosae. Achaenia versus apicem paulum angustata ($2—2·5^{mm}$) et breviter pilosa costata fusca; pappi setae in basi concretae, tubo corollino breviores.

Tota planta odore aromatico.

Area geographica:

Crescit in collibus siccis herbosis, in vineis desertis in Gallia australi! (Dauphiné et Auvergne), Hispania? in Transsylvania! (prope Karlsburg, Klausenburg, Hammersdorf), Slavonia, Serbia et Hercegovina, in Italia (prope Pavia sponte?)

Floret:

Julio—Augusto. Biennis an ♃ ?

Observatio:

Nach Grisebach (iter hung. p. 336) ist *Inula glabra* Besser = *I. bifrons* autorum Galiciae = *Conyza alata* Baumg. und unterscheidet sich von *I. bifrons* der Franzosen, die er in Frankreich einheimisch wähnt,

durch den kahl werdenden Stengel und fast kahle Blätter, welche bis zum Grunde eines Internodiums verlaufen, während bei *I. bifrons* die Blattflügel blos bis zur Hälfte des Internodiums reichen.

Ob *Inula glabra* in Siebenbürgen wirklich als einheimisch anzusehen ist, glaube ich noch nicht über allen Zweifel sicher. Deren Standort in aufgelassenen Weingärten ist ein derartiger, dass sich eine Verwilderung wohl annehmen lassen dürfte. Die Behaarung und Länge der Blattflügel ist wie bei *I. thapsoides* auch bei der gallischen *I. bifrons* ein manchen Schwankungen ausgesetztes Merkmal und ein besonderer Unterschied zwischen der östlichen und westlichen Pflanze, die besonders in der Dauphiné und Auvergne vorzukommen scheint, lässt sich nicht auffinden. (Conf. Brassai in Flora 1838, p. 325; Janka in Linnaea XXX, p. 581.)

Noch sei hinzugefügt, dass die siebenbürgische Pflanze sowohl fast kahl (wie Grisebach anführt) als auch mit unterseits reichlich borstig behaarten Blättern und ebensolchen Stengeln vorkommt. Wo das eigentliche Heimatsland der *I. bifrons* ist, lässt sich wegen der leichten Verwilderung dieser Pflanze schwer sicherstellen.

Sectio III. LIMBARDA DC.

33. XIX. *Inula crithmoides* Linné.

Caule suffruticoso sicut tota glaberrima; foliis lineari-lanceolatis integris vel in apice 2—3dentatis, succulentis. Involucri squamis exterioribus parvis distantibus, pedunculo incrassato accumbentibus.

Synonymia:

Inula crithmoides L., Spec. plant., ed. 1, II, p. 883 (1753); ed. 2, p. 1240. — Lam., Encycl. III, p. 261. — *Sow., Engl. botan. I, t. 68. — Wulf., Plant. rar. descr., p. 97 (1805). — Desfont., Flor. atl. II, p. 275. — DC., Flor. franç. IV, p. 154. — DC., Prodr. V, p. 470. — Moris, Flor. sard. II, p. 368. — Guss., Flor. sicul. prodr. II, 1, p. 502. — Vis., Flor. dalm. II, p. 65. — Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 176. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 287. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 14, t. 41, I (exemplar simplex, minus notatum). — Wulf., Flor. noric., p. 705. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 45.

Senecio crithmifolius Scop., Flor. carn., ed. 2, II, p. 163 (1772).

Senecio succulentus Forsk., Flor. aegypt. cent. V, p. 149 (1775).

Inula crithmifolia (L.) apud Willd., Spec. plant. III, p. 2101. — Ten., Flor. nap. II, p. 229

Eritheis maritima Gray, Nat. arr. brit. plant. II, p. 464 (1821).

Limbarda tricuspis Cass., Dict. 26, 437—438 (ex DC.). — Baxter, Brit. botan. VI, p. 494.

Limbarda crithmoides Mackay, Flor. hibern. (1836), p. 143,

Descriptio:

Radix crassa, lignosa, fibrillis longis lignosis obsita, pluricaulis.

Caulis suffruticosus, erectus, virgatus s. e basi procumbenti ascendens plus minus ramosus sicut tota glaber copiose foliatus (30—50^{cm}).

Folia caulina lineari-lanceolata sessilia, basi articulata, integra vel in apice 2—3 dentata obtusiuscula s. breviter acuminata, succulenta glauca saepe incrustata in alis gemmas foliatas gerentia. (20—45^{mm}:2—4^{mm})

Capitula in apice ramorum singula (15—30^{mm}). Pedunculi sub calathiis incrassati, cavi, foliis minimis, squamaeformibus parce obsiti.

Involucri squamae glaberrimae exteriores paulum distantes subulatae interiores multo accrescentes accumbentes acuminatae stramineae nervo dorsali brunneo.

Ligulae numerosae involucrum duplo superantes. Laciniae florum tubulosorum rotundato-obtusae. Achaenia hirsuta (2·5—3^{mm}).

Exsiccatae:

Kotschy, Flor. Cypr. (1862), n. 601!. — Welwitsch, Iter lusit., n. 238!. — Schousboe, Reliq. marocc., n. 74!. — Reichenb., Exsicc., n. 1433!. — Petter, Exsicc. Spalat., n. 502!. — Willk., Iter secund., n. 497!. — Bourg., Hisp. (1849), n. 289. — Billot, n. 1005. — Lange, Plant. Europ. austr. (1851/52), n. 222!.

Area geographica:

Crescit in paludibus maritimis uliginosis salsis arenosisque humidis et salsuginosis rarius saxosis ad litora Angliae (—56° versus polum) et Hiberniae, oceani atlantici et totius maris mediterranei rarius in salsuginosis terrae interioris sicut in Hispania orientali.

Floret:

Augusto Septembro ♃.

Sectio IV. CUPULARIA (Gren. et Godr.).

34. XX. ***Inula viscosa*** (Linné).

Suffruticosa; foliis lanceolatis, subtus saepe glutinoso-splendentibus; capitulis (18mm); ligulis involucrum bene superantibus; pappi setis deciduis basi in annulum angustum, erectum, persistentem connatis.

Synonymia:

Erigeron viscosum L., Spec. plant., ed. 1, p. 863 (1753); ed. 2, p. 1209. — * Jacq., Hort. Vindob. II, p. 77, t. 165 (1773), — Roth, Tentam. I, p. 360; II, p. 330. — Vill., Dauph. III, p. 240. — Lam., Encycl. VIII, p. 479. — Wulf., Flor. noric., p. 696.

Senecio littoralis Scop., Flor. carn. (1772), ed. 2, II, p. 162 (non Gaudich.).

Erigeron viscosum All., Flor. pedem. I, p. 198 (1785).

Solidago viscosa Brot., Flor. lusit. II, p. 381 et autore Lam., Flor. franç. II, p. 144 (1778).

Inula viscosa Ait., Hort. Kew., ed. 1, III, p. 223 (1789); ed. 2, V, p. 78. — Willd., Spec. plant. III, p. 2095. — DC., Prodr. V, p. 470 et var. *laxiflora* VII, p. 285. — Moris, Flor. sard. II, p. 370. — Guss., Flor. sic. prodr. II, 1, p. 503. — Vis., Flor. dalm. II, p. 64 — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 42.

Inula viscosa Desfont., Flor. atl. II, p. 274 (1808). — DC., Flor. franç. IV, p. 153.

Inula viscosa Willd. apud Ten., Flor. nap. II, p. 227.

Pulicaria viscosa Cass., Dict. de sc. nat. (sec. DC.). — Koch, Synops., ed. 1, p. 361: ed. 2, p. 395.

* *Inula viscosa* L. apud Brotero, Phytogr. lusit. (1827), II, p. 190, t. 164.

Cupularia viscosa Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 181. — Bertol., Flor. ital. IX, p. 197. — * Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 18, t. 44, II.

Var. *laxiflora* Boiss., Voyage Esp., p. 307. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 42: est forma capitulis longe pedunculatis. distantibus ideoque panicula laxa.

Descriptio:

Radix lignosa multicaulis.

Caulis suffruticosus, virgatus supra plus minus ramosus, striatus dense et breviter glanduloso-pubescens copiose foliatus (45—126cm).

Folia lanceolata, laete viridia, supra subscabra subtus glutinoso-splendentia, rarius pubescentia, caulina basi cordata semiamplexicaulia, acuta, inferiora remote dentata vel inciso-serrata, mucronata (45—75mm: 3—18mm), superiora subintegra, minora.

Capitula numerosissima, racemosa, paniculam pyramidatam thyrsoideam amplam formantia, longe pedunculata, singula (18mm).

Involucri squamae erectae, lineari-lanceolatae in margine late scariosae, glandulis punctiformibus tectae, exteriores minimae sequentes multo accrescentes acuminatae in apice brevissime ciliatae.

Ligulae paucae ovato-oblongae aureae squamas (4mm) superantes; laciniae florum tubulosorum acutae; achaenia utrinque paulum angustata, hirsuta dilute fusca in apice glandulifera (2mm); pappi setae in basi in annulum erectum persistentem angustum connatae, valde deciduae (conf. fig. 3).

Exsiccatae:

Welwitsch, Iter lusit., n. 249!. — Reichenb., Exsicc., n. 583!. — Willk., Iter prim., n. 403!; iter secund., n. 558! — Mabille, Herb. corsic. (1867), n. 289!. — Choulette, Fragm. flor. alg., n. 345! — Friedrichsth., Coll. Graec. (1835) n. 1!; Maced., n. 1114!. — Petter, Flor. dalm., n. 211!. — Heldr., Herb. graec. norm., n. 541!. — Orphan., Plant. Graec., n. 90!. — Mandon, Plant. Mader. 1865/66, n. 136!. — Bourgeau, Hisp. (1851), n. 1245. — Billot, n. 797.

Area geographica:

Crescit in arenosis, incultis, saxosis ad fluminum ripas regionis mediterraneae Europae australis, in Hispania! Gallia australi! Italia! et Istria! ad litora maris Adriatici et Aegaei! in insula Cypro! et Syria litorali, in Africa septentrionali et in insulis Madera! et Teneriffa.

Floret:

Augusto—Septembro. ♃.

Observatio:

Jasonia glutinosa (L.) (sub Erigeronte) DC. Prod. V., p. 476, sieht in der Tracht der *I. viscosa* sehr ähnlich, unterscheidet sich aber ausser durch den doppelten Pappus und langverschmälerte Achenen noch durch langhaarige, fast wollige Stengel und besonders auf der Rückseite an den Nerven behaarte, (nicht drüsige) Blätter.

35. XXI. *Inula graveolens* (Linné).

Annua; foliis caulinis linearibus, margine revoluto; capitulis (6—15mm); ligulis occultis vel involucrum non excedentibus; pappi setis deciduis basi in annulum horizontalem persistentem connatis.

Synonymia:

Erigeron graveolens Lin.. Spec. plant., ed. 2, p. 1210 (1763). — Roth, Tentam. I, p. 361; II, p. 331. — Vill., Dauph. III, p. 239. — Lam., Dict. VIII, p. 479. — Sibth. et Smith, Prodr. flor. graec. II, p. 174, n. 2053; * Flor. graec., p. 51, t. 866.

Solidago graveolens Lam., Flor. franç. II, p. 145 (1778). — DC., Flor. franç. IV, p. 156.

Erigeron graveolens All., Flor. pedem. I, p. 198 (1785).

Inula graveolens Desfont., Flor. atlant. II, p. 275 (1808). — DC., Prodr. V, p. 468. — Moris, Flor. sard. II, p. 368. — Gussone, Flor. sic. prodr. II, 1, p. 504. — Vis., Flor. dalm. II, p. 64. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp. II, p. 42.

Cupularia graveolens Gren. et Godr., Flor. franç. II, p. 180 (1850). — Bertol., Flor. ital. IX, p. 195. — *Reichenb. fil., Icon. XVI, p. 18, t. 44, I.

Inula revoluta Flor. port. (sec. Link et Willd., Kräuterkunde I, p. 787).

? *Inula quadridentata* Lag., Nov. gen. spec., p. 30, n. 374. — DC., Prodr. V, p. 471. — Willk. et Lange, Prodr. flor. hisp., II, p. 46.

Descriptio:

Radix annua palaris, paucis fibrillis tenerrimis obsita.

Caulis erectus e basi vel paulum supra eandem ramosissimus herbaceus sicut tota breviter glanduloso-pubescens (20—50cm), infra rubescens, ceterum sordide viridis, copiose foliatus.

Folia inferiora oblongo-lanceolata basi angustata acuta subserrata; caulina sensim decrescentia linearia (media 30—75mm:2—13mm) rigida margine revoluta saepe recurvata, integra.

Capitula parva (6—15mm) numerosissima singula racemosa paniculam pyramidatam thyrsoideam amplam formantia, inaequaliter pedunculata pedunculis foliis brevioribus.

Involucri squamae pauci serratae lineari-lanceolatae, exteriores minimae glandulosae, ceterae in margine scariosae valde accrescentes acuminatae ciliatae saepe purpurascentes.

Ligulae paucae erectae, nervo medio viridi glandulifero (sec. Sibthorp reflexae steriles), angustae squamas vix superantes flavae. Laciniae florum tubulosorum subobtusae; achaenia utrinque angustata hispida supra glandulosa dilute fusca (2mm); pappi setae corollam aequantes paulum supra basim fragiles in annulum basalem persistentem horizontalem connatae (conf. fig. 4).

Herbae odor viscidus graveolens.

Exsiccatae:

Petter, Flor. dalm., n. 148 !; Exsicc. Spalat., n. 368!. — Reichenb., Exsicc., n. 1224!. — Schultz, Flor. Gall. et German. exsicc. (rec. Irat), n. 822 bis !. — Willk., Iter secund. n. 560!. — Bourgeau, Hisp. (1851), n. 1248. — Billot, n. 386. — Lange, Plant. Europ. austr. (1851/52), n. 224!.

Area geographica:

Crescit in campis sterilibus arenosis siccis vel humidis regionum inferiorum per Europam, Asiam et Africam mediterraneam. In Gallia centrali eadem egreditur et 46° versus polum et regionem mediterraneam, passimque invenitur usque ad litora fluminis Sequanae (Seine).

Floret:

Auguste—Septembro. ☉.

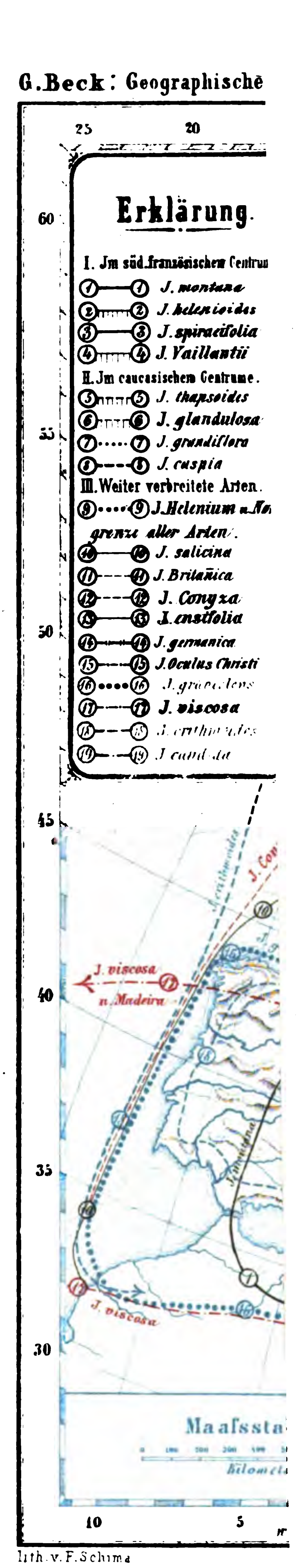
Observatio:

Inula graveolens lässt sich von vorhergehender Art leicht durch die Gestalt des Pappus unterscheiden (vergleiche die Figuren 3 und 4). Es genügen jedoch schon der einjährige Stengel mit viel kleineren, nicht strahlenden Köpfchen und die linearen, am Rande umgerollten Stengelblätter, um *I. graveolens* auf den ersten Blick von *I. viscosa* auseinanderzukennen. Die unserer Pflanze höchst ähnlich sehende *Jasonia sicula* L. (sub Erigeronte) DC. Prodr. V, p. 476, unterscheidet sich ausser durch den doppelreihigen Pappus noch durch einen mehr sparrigen (nicht wie bei *I. graveolens* pyramidenförmigen) Wuchs. Die älteren Köpfchen werden von den jüngeren bei *Jasonia sicula* in Folge stärkerer Entwicklung der Köpfchenstiele überragt, während bei *I. graveolens* dies nicht der Fall ist, sondern durch gleiches Wachsthum derselben ein mehr traubiger Blüthenstand entsteht. Ferner sind bei *Jasonia sicula* die oberen Stengelblätter fast ganz eingerollt mit pfeilförmig angewachsenem Grunde sitzend, die Hüllschuppen zahlreicher und die inneren derselben am Rande nur in sehr kleiner Ausdehnung häutig, bei *I. graveolens* aber trocken häutig mit grünem Rückenstreifen.

Anhang.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, einige im Texte gebrauchte Abkürzungen zu erläutern. Die Masse nach metrischer Einheit, welche den Pflanzentheilen in der Klammer beigefügt wurden, bezeichnen beim Stengel stets die Höhe desselben, bei den Blättern vor dem Doppelpunkte die Länge, nach demselben die Breite derselben, bei den Köpfchen die Grösse des Durchmessers sammt Strahlblüthen. Sind drei Zahlen mittels — verbunden, z. B. bei *Inula hirta* „capitula (25—40—70^{mm})“, so bezeichnet die mittlere Zahl das gewöhnlich vorkommende Maass (in diesem Falle des Köpfchendurchmessers), die anderen hingegen zeigen das niedrigste und höchste Ausmass des betreffenden Pflanzentheiles an. Pflanzen, die ich selbst gesehen, bezeichnete ich mit einem !. — Bezüglich der Benennung führe ich an, dass ich die Bezeichnung z. B. *I. Vaillantii* (Allioni) als die kürzer zu schreibende, der gleichbedeutenden *I. Vaillantii* Allioni (sub *Aster*) vorzog. In der Rubrik Synonymia habe ich blos die wichtigeren Werke aufgeführt und streng nach der Jahreszahl ihrer Veröffentlichung geordnet, solche aber, welche eine Abbildung der betreffenden Pflanze enthalten, statt in eine eigene Rubrik zu stellen blos mit einem deutlichen * bezeichnet.

Den hochgelehrten Herren Dr. A. Ritter Kerner v. Marilaun, Dr. V. v. Borbás und allen anderen Botanikern, welche mich in meiner Arbeit auf die wohlwollendste Weise unterstützten, sei schliesslich mein ergebenster Dank ausgesprochen.

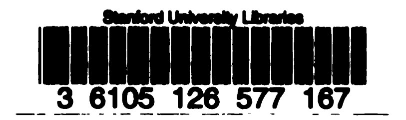

G.Beck: Geographische
Erklärung.
I. Jm süd-französischen Centrum
1 J. montana
2 J. helenioides
3 J. spiraeifolia
4 J. Vaillantii
II. Jm caucasischen Centrume.
5 J. thapsoides
6 J. glandulosa
7 J. grandiflora
8 J. caspia
III. Weiter verbreitete Arten.
9 J. Helenium
grenze aller Arten.
10 J. salicina
11 J. Britanica
12 J. Conyza
13 J. ensifolia
14 J. germanica
15 J. Oculus Christi
17 J. viscosa
J. viscosa n. Madeira
J. viscosa
Maafssta
Kilometer
60
55
50
45
40
35
30
25
20
10
5
lith. v. F. Schima

INDEX.

Die Zahl in der Klammer bedeutet die Nummer in der Übersicht oder jener Pflanze, unter deren Synonymie der betreffende Name zu finden ist; der mehrmals beigegebene Buchstabe besagt, unter welcher Varietät derselbe steht. Der Stern bezeichnet eine aussereuropäische, näher besprochene Art, welche sich in der Observatio der mit entsprechender Nummer bezeichneten Pflanze behandelt vorfindet. Die beibehaltenen Arten und Bastarte sind durch fetteren Druck kenntlich gemacht.

INDEX.

Die Zahl in der Klammer bedeutet die Nummer in der Übersicht oder jener Pflanze, unter deren Synonymie der betreffende Name zu finden ist; der mehrmals beigegebene Buchstabe besagt, unter welcher Varietät derselbe steht. Der Stern bezeichnet eine aussereuropäische, näher besprochene Art, welche sich in der Observatio der mit entsprechender Nummer bezeichneten Pflanze behandelt vorfindet. Die beibehaltenen Arten und Bastarte sind durch fetteren Druck kenntlich gemacht.


Stanford University Libraries
3 6105 126 577 167

